

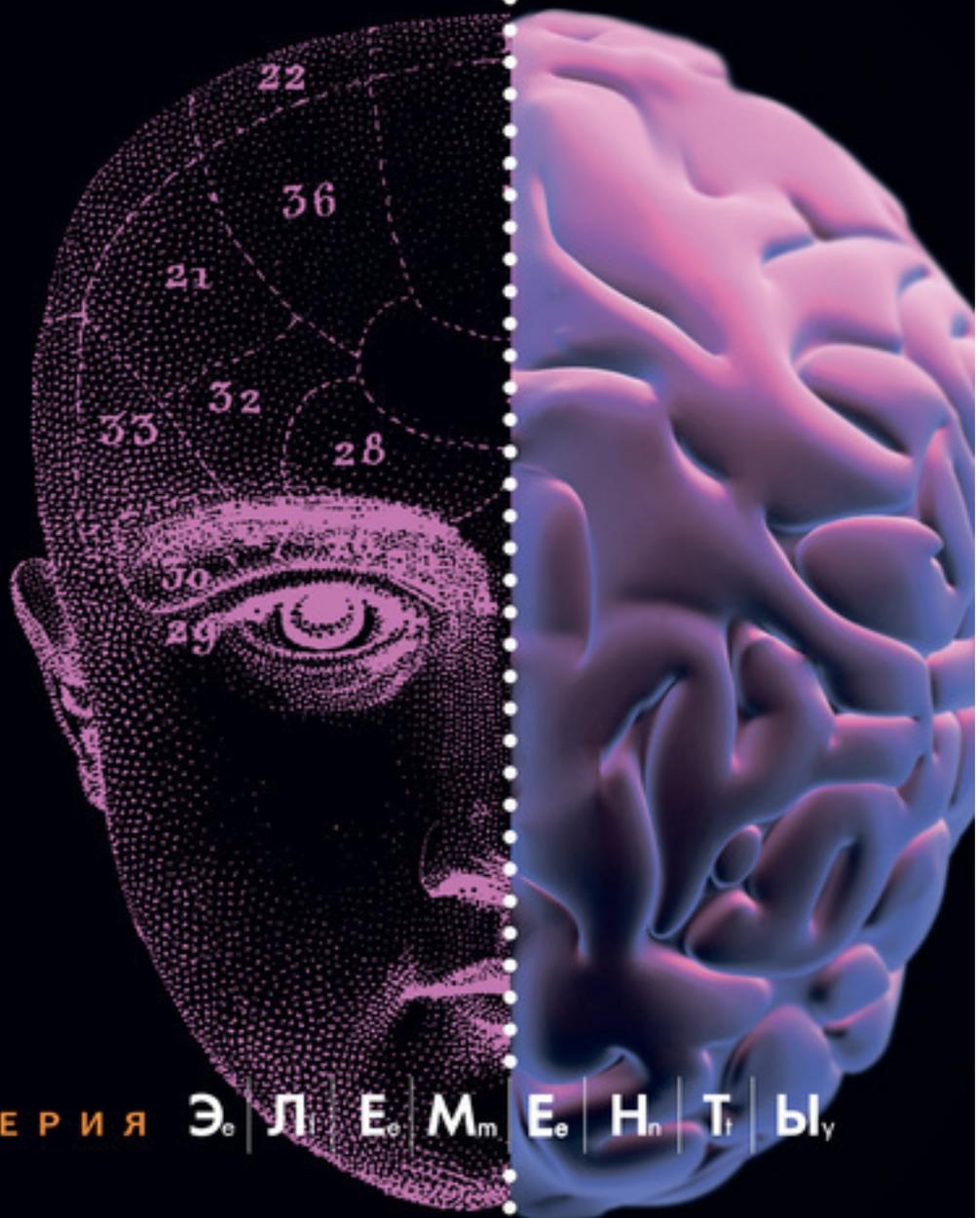


Династия

КРИС ФРИТ

МОЗГ И ДУША

Как нервная деятельность
формирует наш внутренний мир



СЕРИЯ Э | Л | Е | М | Е | Н | Т | Ы



Вы смогли скачать эту книгу бесплатно и легально благодаря проекту **«Дигитека»**. [Дигитека](#) — это цифровая коллекция лучших научно-популярных книг по самым важным темам — о том, как устроены мы сами и окружающий нас мир. Дигитека создается командой научно-просветительской программы [«Всенаука»](#). Чтобы сделать умные книги бесплатными, достойно вознаградив авторов и издателей, Всенаука организовала всенародный сбор средств.

Мы от всего сердца благодарим всех, кто помог освободить лучшие научно-популярные книги из оков рынка! Наша особая благодарность — тем, кто сделал самые значительные пожертвования (имена указаны в порядке поступления вкладов):

Дмитрий Зимин

Екатерина Васильева

Зинаида Стаина

Григорий Сапунов

Иван Пономарев

Анастасия Азбель

Николай Кочкин

Алексей Чмутов

Роман Кишаев

Сергей Вязьмин

Сергей Попов

Алина Федосова

Алексей Озоль

Роберт Имангулов

Алексей Волков

Александр Мусаев

Денис Бесков

Руслан Кундельский

Иван Брушлинский

Роман Гольд

Евгений Шевелев

Руслан Додыханов
Максим Кузьмич

Мы также от имени всех читателей благодарим за финансовую помощь негосударственный институт развития «Иннопрактика» и Фонд поддержки культурных и образовательных проектов «Русский глобус».

Этот экземпляр книги предназначен только для личного использования. Его распространение, в том числе для извлечения коммерческой выгоды, не допускается.

Крис Фрит

**Мозг и душа. Как нервная
деятельность формирует
наш внутренний мир**

«Corpus (АСТ)»

2007

Фрит К.

Мозг и душа. Как нервная деятельность формирует наш
внутренний мир / К. Фрит — «Corpus (АСТ)», 2007

ISBN 978-5-271-28988-0

Знаменитый британский нейрофизиолог Крис Фрит хорошо известен умением говорить просто об очень сложных проблемах психологии – таких как психическая деятельность, социальное поведение, аутизм и шизофрения. Именно в этой сфере, наряду с изучением того, как мы воспринимаем окружающий мир, действуем, делаем выбор, помним и чувствуем, сегодня и происходит научная революция, связанная с внедрением методов нейровизуализации. В книге “Мозг и душа” Крис Фрит рассказывает обо всем этом самым доступным и занимательным образом.

ISBN 978-5-271-28988-0

© Фрит К., 2007
© Corpus (АСТ), 2007

Содержание

Список сокращений	8
Предисловие	9
Благодарности	10
Пролог: настоящие ученые не изучают сознание	11
Почему психологи боятся вечеринок	11
Точные и неточные науки	14
Точные науки объективны, неточные – субъективны	15
Поможет ли большая наука неточной науке?	17
Измерение активности мозга	20
Как из материальных явлений могут возникать психические?	27
Я умею читать ваши мысли	28
Как мозг создает наш внутренний мир	29
Часть первая	30
1. О чем нам может рассказать поврежденный мозг	30
Восприятие материального мира	30
Психика и мозг	31
Когда мозг не знает	32
Когда мозг знает, но не хочет сказать	36
Когда мозг говорит неправду	38
Как мозговая активность создает ложные знания	40
Как заставить наш мозг нас обманывать	43
Проверка опыта на соответствие действительности	46
Откуда мы знаем, что реально, а что нет?	46
2. Что говорит нам о мире здоровый мозг	49
Иллюзия полноты восприятия	49
Наш скрытый мозг	54
Наш неадекватный мозг	57
Наш креативный мозг	60
3. Что наш мозг говорит нам о нашем теле	68
Привилегированный доступ?	68
Где граница?	68
Мы не ведаем, что творим	72
Кто же всем управляет?	75
Наш мозг справляется и без нас	77
Фантомы у нас в мозгу	79
Со мной всё в порядке	84
Кто это делает?	85
И где же здесь “вы”?	87
Часть вторая	92
4. Развитие способности предсказывать последствия	92
Закономерные награды и наказания	92
Как мозг встраивает нас в окружающий мир, скрывая это от нас	105
Ощущение, что у нас всё под контролем	108
Когда система дает сбой	110
Незримое действующее лицо в центре мироздания	112

5. Наше восприятие мира – это фантазия, совпадающая с реальностью	115
Наш мозг создает у нас ощущение легкости восприятия	115
Информационная революция	115
На что же способны хитроумные устройства?	119
Проблема с теорией информации	120
Преподобный Томас Байес	122
Идеальный байесовский наблюдатель	126
Как байесовский мозг может создавать модели мира?	127
Есть ли в комнате носорог?	127
Откуда берутся априорные знания?	129
Как наши действия рассказывают нам о мире	132
Мы воспринимаем не мир, а его модель, создаваемую мозгом	133
Цвета существуют только у нас в голове	135
Восприятие – это фантазия, совпадающая с реальностью	135
Мы не рабы своих чувств	136
Откуда мы знаем, что реально, а что нет?	137
Воображение – очень скучная штука	137
6. Как мозг моделирует внутренний мир	139
Движение живых объектов	139
Как движения могут выдавать намерения	142
Подражание	144
Чтобы подражать кому-то, нужно понять его цели	145
Люди и роботы	149
Сопереживание	150
Чувство деятельности	152
Проблема привилегированного доступа	155
Иллюзии деятельности	156
Деятели, порождаемые галлюцинациями	156
Часть третья	159
7. Люди делятся мыслями – как мозг создает культуру	159
Проблема перевода	159
Намерения и цели	162
Решение обратной задачи	162
Априорные знания и предрассудки	163
Что он будет делать дальше?	164
Чужой пример заразителен	165
Общение – это не только разговоры	166
Обучение – это не только демонстрация и подражание	167
Цикл замыкается	168
Цикл замыкается окончательно	169
Знаниями можно делиться	170
Знание – сила	172
Истина	174
Эпилог:	178
Крис Фрит и я	179
В поисках воли у нас в мозгу	180
Где источник всего управления?	182

Гомункулус	184
Эта книга не столько о сознании, сколько о мозге	186
Почему люди такие милые	187
Даже иллюзиям свойственна ответственность	189
Цветная вставка	192
Первоисточники	199
Пролог	199
Глава 1	201
Глава 2	204
Глава 3	206
Глава 4	208
Глава 5	211
Глава 6	213
Глава 7	216
Эпилог	219
Источники иллюстраций	221

Крис Фрит

Мозг и душа. Как нервная деятельность формирует наш внутренний мир

© Chris D. Frith, 2007

All Rights Reserved. Authorised translation from the English language edition published by Blackwell Publishing Limited. Responsibility for the accuracy of the translation rests solely with The Dynasty Foundation and is not the responsibility of John Blackwell Publishing Limited. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the original copyright holder, Blackwell Publishing Limited.

© Фонд Дмитрия Зимина “Династия”, издание на русском языке, 2010

© П. Петров, перевод на русский язык, 2010

© ООО “Издательство Астрель”, 2010

Издательство CORPUS®

Все права защищены. Никакая часть электронной версии этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в сети Интернет и в корпоративных сетях, для частного и публичного использования без письменного разрешения владельца авторских прав.

* * *

Посвящается Уте

Список сокращений

АКТ – аксиальная компьютерная томография

МРТ – магнитно-резонансная томография

ПЭТ – позитронно-эмиссионная томография

ФМРТ – функциональная магнитно-резонансная томография

ЭЭГ – электроэнцефалограмма

BOLD (blood oxygenation level dependent) – зависящий от уровня кислорода в крови

Предисловие

У меня в голове есть изумительное трудосберегающее устройство. Мой мозг – лучше, чем посудомоечная машина или калькулятор, – освобождает меня от скучной, однообразной работы по узнаванию окружающих вещей и даже избавляет меня от необходимости думать о том, как контролировать движения моего тела. Это дает возможность сосредоточиться на том, что действительно для меня важно: на дружбе и обмене идеями. Но, разумеется, мой мозг не только избавляет меня от утомительной повседневной работы. Он-то и формирует того *меня*, жизнь которого проходит в обществе других людей. Кроме того, именно мой мозг позволяет мне делиться с моими друзьями плодами своего внутреннего мира. Так мозг делает нас способными на нечто большее, чем то, на что способен каждый из нас поодиночке. В этой книге рассказано о том, как мозг творит эти чудеса.

Благодарности

Моя работа по изучению психики и мозга стала возможна благодаря финансированию Медицинского исследовательского совета и Треста Уэллкома. Медицинский исследовательский совет дал мне возможность заниматься нейрофизиологией шизофрении за счет финансовой поддержки психиатрического подразделения Тима Кроу при Клиническом исследовательском центре лондонской больницы Нортуйк-Парка в Хэрроу (Миддлсекс). В то время мы могли судить о взаимосвязях психики и мозга лишь на основании косвенных данных, но всё изменилось в восьмидесятые годы, когда были изобретены томографы для сканирования работающего мозга. Трест Уэллкома дал возможность Ричарду Фраковяку создать Лабораторию функциональной томографии и оказывал финансовую поддержку моей работе, проводимой в этой лаборатории, по исследованию нейрофизиологических основ сознания и социальных взаимодействий. Изучение психики и мозга находится на стыке многих традиционных дисциплин, от анатомии и вычислительной нейробиологии до философии и антропологии. Мне очень повезло, что я всегда работал в междисциплинарных – и многонациональных – исследовательских группах.

Мне очень много дало общение с коллегами и друзьями из Университетского колледжа Лондона, в особенности с Рэем Доланом, Диком Пассингемом, Дэниэлом Уолпертом, Тимом Шэллисом, Джоном Драйвером, Полом Бёрджессом и Патриком Хаггардом. На ранних этапах работы над этой книгой мне помогли неоднократные плодотворные обсуждения, касавшиеся мозга и психики, с моими друзьями в Орхусе, Якобом Ховю и Андреасом Рёпсторфом, и в Зальцбурге, с Йозефом Пернером и Хайнцем Виммером. Мартин Фрит и Джон Ло всегда, сколько я себя помню, спорили со мной обо всем, о чем идет речь в этой книге. Ева Джонстоун и Шон Спенс щедро делились со мной своими профессиональными знаниями о психиатрических явлениях и их значении для науки о мозге.

Наверное, важнейшим стимулом для написания этой книги послужили мои еженедельные разговоры в прошлой и нынешней компании, собиравшейся за завтраком. Сара-Джейн Блейкмор, Давина Бристоу Тьерри Шаминад, Дженни Кулл, Эндрю Даггинс, Хлоя Фаррер, Хелен Гэллахер, Тони Джек, Джеймс Килнер, Хагуань Лау, Эмильяно Макалузо, Элинор Магуйр, Пьер Маке, Джен Марчант, Дин Моббс, Матиас Пессильоне, Кьяра Портас, Герайнт Рис, Йоханнес Шульц, Сухи Шергилл и Таня Зингер помогли оформить эту книгу. Я глубоко признателен им всем.

Карлу Фристон и Ричарду Грегори, прочитавшим отдельные разделы этой книги, я благодарен за неоценимую помощь и ценные советы. Я также благодарен Полу Флетчеру за то, что на ранних этапах работы над книгой он поддержал идею ввести в нее профессора английского языка и других персонажей, которые спорят с рассказчиком.

Филип Карпентер самоотверженно способствовал улучшению этой книги своими критическими замечаниями.

Я особенно признателен тем, кто прочитал все главы и подробно прокомментировал мою рукопись. Шон Гэллахер и два анонимных читателя высказали немало ценных предложений, как улучшить текст этой книги. Розалинда Ридли заставила меня тщательнее обдумывать свои утверждения и быть аккуратнее с терминологией. Алекс Фрит помог мне избавиться от профессионального жаргона и от недостатков последовательности изложения.

Ута Фрит активно участвовала в этом проекте на всех его этапах. Если бы она не подавала мне пример и не направляла меня, эта книга никогда бы не увидела свет.

Пролог: настоящие ученые не изучают сознание

Почему психологи боятся вечеринок

Как и у всякого другого племени, у ученых есть своя иерархия. Место психологов в этой иерархии – в самом низу. Я обнаружил это на первом курсе университета, где я изучал естественные науки. Нам было объявлено, что студенты колледжа – впервые – получают возможность в первой части курса естественных наук заниматься психологией. Окрыленный этим известием, я пошел к руководителю нашей группы, чтобы спросить, что ему известно об этой новой возможности. “Да, – ответил он. – Но мне не могло прийти в голову, что кто-то из моих студентов окажется настолько бестолковым, что захочет изучать психологию”. Сам он был физиком.

Оттого, вероятно, что я был не вполне уверен, что значит “бестолковый”, меня это замечание не остановило. Я оставил физику и занялся психологией. С тех пор и до настоящего времени я продолжаю изучать психологию, но я не забыл своего места в научной иерархии. На вечеринках, где собираются ученые, время от времени неизбежно всплывает вопрос: “А чем вы занимаетесь?” – и я склонен дважды подумать, прежде чем ответить: “Я психолог”.

Разумеется, за последние 30 лет в психологии многое изменилось. Мы позаимствовали немало методов и концепций у других дисциплин. Мы изучаем не только поведение, но и мозг. Мы пользуемся компьютерами для анализа своих данных и моделирования психических процессов.¹ На моем университетском бейджике написано не “психолог”, а “когнитивный нейробиолог”.

¹ Хотя я должен признать, что есть некоторые ретрограды, которые вообще отрицают, что изучение мозга или компьютеров может что-либо рассказать нам о нашей психике. – *Примеч. авт.*

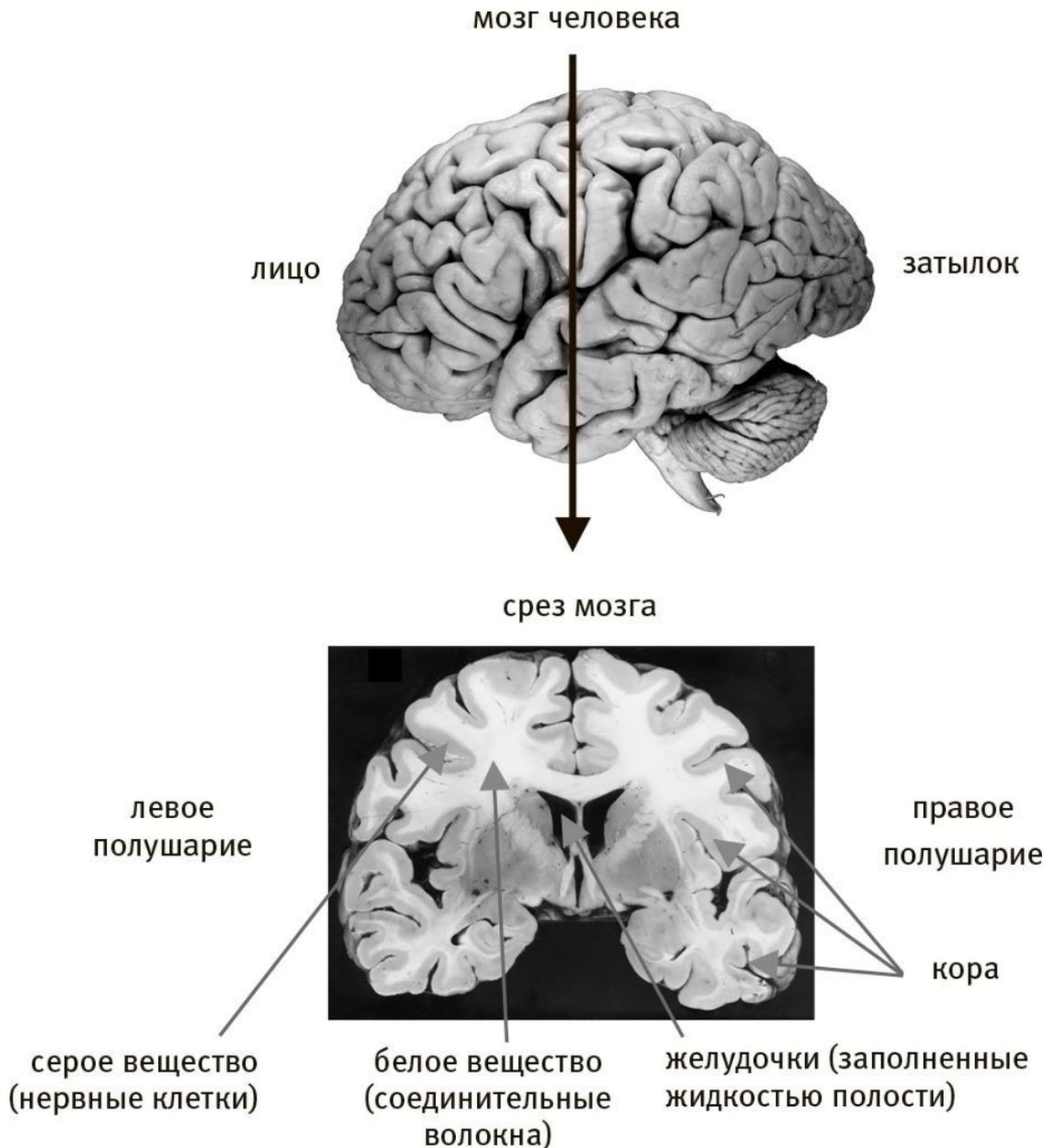


Рис. п.1. Общий вид и срез головного мозга человека

Человеческий мозг, вид сбоку (вверху). Стрелкой отмечено место, где прошел срез, показанный на нижней фотографии. Наружный слой мозга (кора) состоит из серого вещества и образует множество складок, позволяющих уместить большую площадь поверхности в малом объеме. Кора содержит порядка 10 миллиардов нервных клеток.

И вот меня спрашивают: “А чем вы занимаетесь?” Кажется, это новая заведующая отделением физики. К сожалению, мой ответ “Я когнитивный нейробиолог” только отсрочивает развязку. После моих попыток объяснить, в чем, собственно, состоит моя работа, она говорит: “А, так вы психолог!” – с тем характерным выражением лица, в котором я читаю: “Нет бы вам заняться настоящей наукой!”.

К разговору присоединяется профессор английского языка и поднимает тему психоанализа. У нее есть новая студентка, которая “во многом не согласна с Фрейдом”. Чтобы не испортить себе вечер, я воздерживаюсь от высказывания мысли, что Фрейд был выдумщиком, а его рассуждения о человеческой психике имеют мало отношения к делу.

Несколько лет назад редактор “Британского психиатрического журнала” (*British Journal of Psychiatry*), очевидно по ошибке, попросил меня написать рецензию на фрейдистскую статью. Меня сразу же поразило одно тонкое отличие от статей, которые я обычно рецензирую. Как и в любой научной статье, там было много ссылок на литературу. В основном это ссылки на работы по той же теме, опубликованные ранее. Мы ссылаемся на них отчасти и для того, чтобы отдать должное достижениям предшественников, но преимущественно для того, чтобы подкрепить те или иные утверждения, которые содержатся в нашей собственной работе. “Не обязательно верить мне на слово. Можете прочитать подробное обоснование использованных мной методов в работе Бокса и Кокса (Box, Cox, 1964)”.² Но авторы этой фрейдистской статьи вовсе не пытались подкрепить приводимые факты ссылками. Ссылки на литературу касались не фактов, а идей. Пользуясь ссылками, можно было проследить развитие этих идей в трудах различных последователей Фрейда вплоть до исходных слов самого учителя. При этом не приводилось никаких фактов, по которым можно было бы судить о том, справедливы ли были его идеи.

“Может быть, Фрейд и оказал большое влияние на литературную критику, – говорю я профессору английского языка, – но он не был настоящим ученым. Он не интересовался фактами. Я же изучаю психологию научными методами”.

“Стало быть, – отвечает она, – вы используете чудовище машинного разума, чтобы убивать в нас человеческое начало”.³

С обеих сторон пропасти, разделяющей наши взгляды, я слышу одно и то же: “Наука не может исследовать сознание”. Почему же не может?

² Хотите верить, хотите нет, но это ссылка на подлинную работу, в которой обоснован важный статистический метод. Библиографические данные этой работы можно найти в списке литературы в конце книги. – *Примеч. авт.*

³ Она специалист по творчеству австралийской писательницы Элизабет Костелло. – *Примеч. авт.* (Австралийская писательница Элизабет Костелло – вымышленное лицо, персонаж одноименной книги южноафриканского писателя Джона Максвелла Кутзее. – *Примеч. перев.*)

Точные и неточные науки

В системе научной иерархии “точные” науки занимают высокое положение, а “неточные” – низкое. Предметы, изучаемые точными науками, подобны ограниченному алмазу, у которого есть строго определенная форма, а все параметры могут быть измерены с высокой точностью. “Неточные” науки изучают предметы, похожие на шарик мороженого, форма которого далеко не столь определена, а параметры могут меняться от измерения к измерению. Точные науки, такие как физика и химия, исследуют осязаемые предметы, поддающиеся очень точным измерениям. Например, скорость света (в вакууме) составляет ровно 299 792 458 метров в секунду. Атом фосфора весит в 31 раз больше, чем атом водорода. Это очень важные числа. Исходя из атомного веса различных элементов можно составить периодическую таблицу, некогда позволившую сделать первые выводы о строении материи на субатомном уровне.

Когда-то биология была не такой точной наукой, как физика и химия. Это положение дел кардинально изменилось после того, как ученые открыли, что гены состоят из строго определенных последовательностей нуклеотидов в молекулах ДНК. Например, ген овечьего приона⁴ состоит из 960 нуклеотидов и начинается так: ЦТГЦАГАЦТТТААГТГАТТСТТАЦТТГГЦ...

Я должен признать, что перед лицом такой точности и строгости психология выглядит очень неточной наукой. Самое известное число в психологии – 7, число предметов, которые можно одновременно удерживать в рабочей памяти.⁵ Но даже эта цифра нуждается в уточнении. Статья Джорджа Миллера об этом открытии, опубликованная в 1956 году, называлась “Магическое число семь – плюс-минус два”. Стало быть, лучший результат измерений, полученный психологами, может меняться в ту или иную сторону почти на 30 %. Число предметов, которые мы можем удержать в рабочей памяти, может быть разным в зависимости от времени и от человека. В состоянии усталости или тревоги я запомню меньше чисел. Я говорю по-английски и поэтому могу запомнить больше чисел, чем те, кто говорит по-валлийски.⁶ “А чего вы ожидали? – говорит профессор английского языка. – Человеческую душу нельзя расправить, как бабочку в витрине. Каждый из нас неповторим”.

Это замечание не вполне уместно. Разумеется, каждый из нас неповторим. Но у всех нас есть и общие свойства психики. Именно эти фундаментальные свойства и ищут психологи. У химиков была ровно та же проблема с веществами, которые они исследовали до открытия химических элементов в XVIII веке. Каждое вещество неповторимо. У психологии, по сравнению с “точными” науками, было мало времени на то, чтобы найти, что измерять, и придумать, как измерять. Психология как научная дисциплина существует лишь немногим более 100 лет. Я уверен, что со временем психологи найдут, что измерять, и разработают приспособления, которые помогут нам сделать эти измерения очень точными.

⁴ *Овечий прион* – белок, видоизмененная конфигурация молекул которого вызывает у овец развитие заболевания, аналогичного болезни бешеной коровы. – *Примеч. перев.*

⁵ *Рабочая память* – это разновидность активной кратковременной памяти. Это та память, которой мы пользуемся, когда пытаемся, не записывая, запомнить телефонный номер. Психологи и нейробиологи активно исследуют рабочую память, но до сих пор не пришли к соглашению относительно того, что конкретно они исследуют. – *Примеч. авт.*

⁶ Это утверждение – вовсе не проявление какого-то предубеждения против валлийцев. Речь идет об одном из важных открытий, сделанных психологами, изучавшими рабочую память. Люди, говорящие по-валлийски, запоминают меньше чисел, потому что на то, чтобы произнести вслух названия ряда чисел по-валлийски, требуется больше времени, чем на то, чтобы произнести названия тех же чисел по-английски. – *Примеч. авт.*

Точные науки объективны, неточные – субъективны

Эти оптимистичные слова основаны на моей вере в неостановимый прогресс науки.⁷ Но, к сожалению, в случае с психологией для подобного оптимизма нет прочных оснований. То, что мы пытаемся измерить, качественно отличается от того, что измеряют в точных науках.

В точных науках результаты измерений объективны. Их можно проверить. “Не верите, что скорость света составляет 299 792 458 метров в секунду? Вот вам оборудование. Измерьте сами!” Когда мы воспользуемся этим оборудованием для измерений, результаты появятся на циферблатах, распечатках и экранах компьютеров, где любой сможет прочитать их. А психологи используют в качестве измерительных приборов самих себя или своих добровольных помощников. Результаты таких измерений субъективны. Проверить их нельзя.

Вот несложный психологический эксперимент. Я включаю на своем компьютере программу, которая показывает поле черных точек, непрерывно движущихся вниз, от верхней части экрана к нижней. Минуту или две я смотрю на экран. Затем я нажимаю “Escape”, и точки перестают двигаться. Объективно они больше не двигаются. Если я приставлю к одной из них кончик карандаша, я смогу убедиться, что эта точка определенно не движется. Но у меня остается очень сильное субъективное ощущение, что точки медленно движутся вверх.⁸ Если в этот момент вы вошли бы в мою комнату, вы бы увидели на экране неподвижные точки. Я сказал бы вам, что мне кажется, будто точки движутся вверх, но как вы это проверите? Ведь их движение происходит лишь у меня в голове.

Разумеется, всякий может испытать эту иллюзию движения. Если вы сами посмотрите на движущиеся точки минуту или две, то увидите движение неподвижных точек. Но теперь их движение происходит у вас в голове, и я не могу это проверить. Есть и много других впечатлений, которыми мы не можем поделиться. Например, я мог бы сказать вам, что всякий раз, когда я прихожу на вечеринки, я невольно вспоминаю лицо той дамы, с которой я спорил о Фрейте. Какого рода это воспоминание? Возникает ли передо мной образ ее лица? Помню ли я само это событие или же я помню лишь то, как писал об этом событии? Подобные вещи никак нельзя проверить. Как же они могут служить основанием для научных исследований?

Настоящему ученому хочется самостоятельно и независимо проверять результаты измерений, о которых сообщают другие. “Nullius in verba”⁹ – вот девиз Лондонского королевского общества: “Не верь тому, что тебе говорят другие, как бы ни был высок их авторитет”.¹⁰ Если бы я следовал этому принципу, мне пришлось бы согласиться, что научное исследование вашего внутреннего мира для меня невозможно, потому что для этого приходится полагаться на то, что вы сообщаете мне о своем внутреннем опыте.

Некоторое время психологи изображали из себя настоящих ученых, исследуя только поведение – проводя объективные измерения таких вещей, как движения, нажатие кнопок, время реакции.¹¹ Но исследований поведения отнюдь не достаточно. Такие исследования оставляют без внимания всё самое интересное в нашем личном опыте. Все мы знаем, что наш

⁷ Профессор английского языка не разделяет этой веры. – *Примеч. авт.*

⁸ Это явление известно как эффект водопада или последствие движения. Если минуту или две смотреть на водопад, а затем посмотреть на кусты сбоку от него, возникает отчетливое ощущение, что кусты движутся вверх, несмотря на то что мы ясно видим, что они остаются на месте. – *Примеч. авт.*

⁹ Дословно: “Ничьим словам” (*лат.*). – *Примеч. перев.*

¹⁰ “Nullius addictus jurare in verba magistri” – “Не присягнув на верность словам никакого учителя” (Гораций, “Послания”). – *Примеч. авт.*

¹¹ Это были последователи бихевиоризма – направления, самыми известными представителями которого были Джон Уотсон и Беррес Фредерик Скиннер. Рвение, с которым они продвигали свой подход, косвенно указывает на то, что с ним не всё в порядке. Один из преподавателей, у которых я учился в колледже, был страстным бихевиористом, а впоследствии стал психоаналитиком. – *Примеч. авт.*

внутренний мир не менее реален, чем наша жизнь в материальном мире. Безответная любовь приносит не меньше страданий, чем ожог от прикосновения к раскаленной плите.¹² Работа сознания может влиять на результаты физических действий, которые можно объективно измерить. Например, если вы будете представлять себе, что играете на фортепиано, качество вашего исполнения может улучшиться. Так почему бы мне не верить вам на слово, что вы представляли, что играете на фортепиано? Теперь мы, психологи, вернулись к изучению субъективного опыта: ощущений, воспоминаний, намерений. Но проблема никуда не делась: у психических явлений, которые мы изучаем, совершенно другой статус, чем у материальных явлений, которые изучают другие ученые. Только с ваших слов я могу узнать о том, что происходит у вас в сознании. Вы нажимаете кнопку, чтобы сообщить мне, что увидели красный свет. Вы можете рассказать мне, какого оттенка был этот красный. Но я никак не могу проникнуть в ваше сознание и сам проверить, насколько красным был тот свет, который вы увидели.

Для моей приятельницы Розалинды каждое число имеет определенное положение в пространстве, а каждый день недели окрашен в свой цвет (см. рис. ЦВ1 на цветной вставке). Но, может быть, это просто метафоры? Я никогда не испытывал ничего подобного. Почему я должен верить ей, когда она говорит, что это ее непосредственные, неконтролируемые ощущения? Ее ощущения относятся к явлениям внутреннего мира, которые я никак не могу проверить.

¹² Более того, судя по результатам томографических исследований, в реакциях физической боли и страданий отвергнутого человека задействован один и тот же участок мозга. – *Примеч. авт.*

Поможет ли большая наука неточной науке?

Точная наука становится “большой наукой”¹³, когда начинает использовать очень дорогие измерительные приборы. Наука о мозге стала большой, когда в последней четверти XX века были разработаны томографы для сканирования мозга. Один такой томограф обычно стоит более миллиона фунтов стерлингов. Благодаря чистому везению, оказавшись в нужное время в нужном месте, я получил возможность пользоваться этими аппаратами, когда они еще только появились, в середине восьмидесятых¹⁴. Первые такие аппараты были основаны на давно внедренном принципе рентгеноскопии. Рентгеновский аппарат может показать кости внутри вашего тела, потому что кости намного тверже (плотнее), чем кожа и мягкие ткани. Подобные различия плотности наблюдаются и в мозгу. Окружающий мозг череп обладает очень высокой плотностью, а плотность тканей самого мозга намного меньше. В глубине мозга находятся полости (желудочки), заполненные жидкостью, они обладают самой низкой плотностью. Прорыв в этой области произошел, когда была разработана технология аксиальной компьютерной томографии (АКТ) и был сконструирован АКТ-сканер. Этот аппарат использует рентгеновские лучи для измерения плотности, а затем решает огромное число уравнений (для чего требуется мощный компьютер) и строит трехмерное изображение мозга (или любой другой части тела), отражая различия в плотности. Такой прибор впервые позволил увидеть внутреннюю структуру мозга живого человека – добровольного участника эксперимента.

Через несколько лет был разработан другой метод, еще лучше прежнего, – магнитно-резонансная томография (МРТ). В МРТ используются не рентгеновские лучи, а радиоволны и очень сильное магнитное поле.¹⁵ В отличие от рентгеноскопии эта процедура совершенно не опасна для здоровья. МРТ-сканер намного чувствительнее к различиям плотности, чем АКТ-сканер. На изображениях мозга живого человека, получаемых с его помощью, различимы разные типы тканей. Качества таких изображений не ниже, чем качество фотографий мозга, после смерти извлеченного из черепа, законсервированного химикатами и нарезанного тонкими слоями.

¹³ “Большая наука” (big science) – дорогостоящие научные исследования, в которых задействованы крупные научные коллективы (разговорный термин в современном английском). – *Примеч. перев.*

¹⁴ Решение Медицинского исследовательского совета закрыть Центр клинических исследований, в котором я в течение многих лет работал над проблемой шизофрении, побудило меня рискнуть и существенно изменить направление своих психологических исследований. Впоследствии и Медицинский исследовательский совет, и Трест Уэллкома проявили высокую степень дальновидности, оказывая финансовую поддержку новым исследованиям в области энцефалографии. – *Примеч. авт.*

¹⁵ Не подумайте, что я и правда понимаю, как работает МРТ, но вот один физик, который понимает: J.P. Hornak, *The Basics of MRI* (“Основы МРТ”), <http://www.cis.rit.edu/itbooks/mri/index.html>. – *Примеч. авт.*

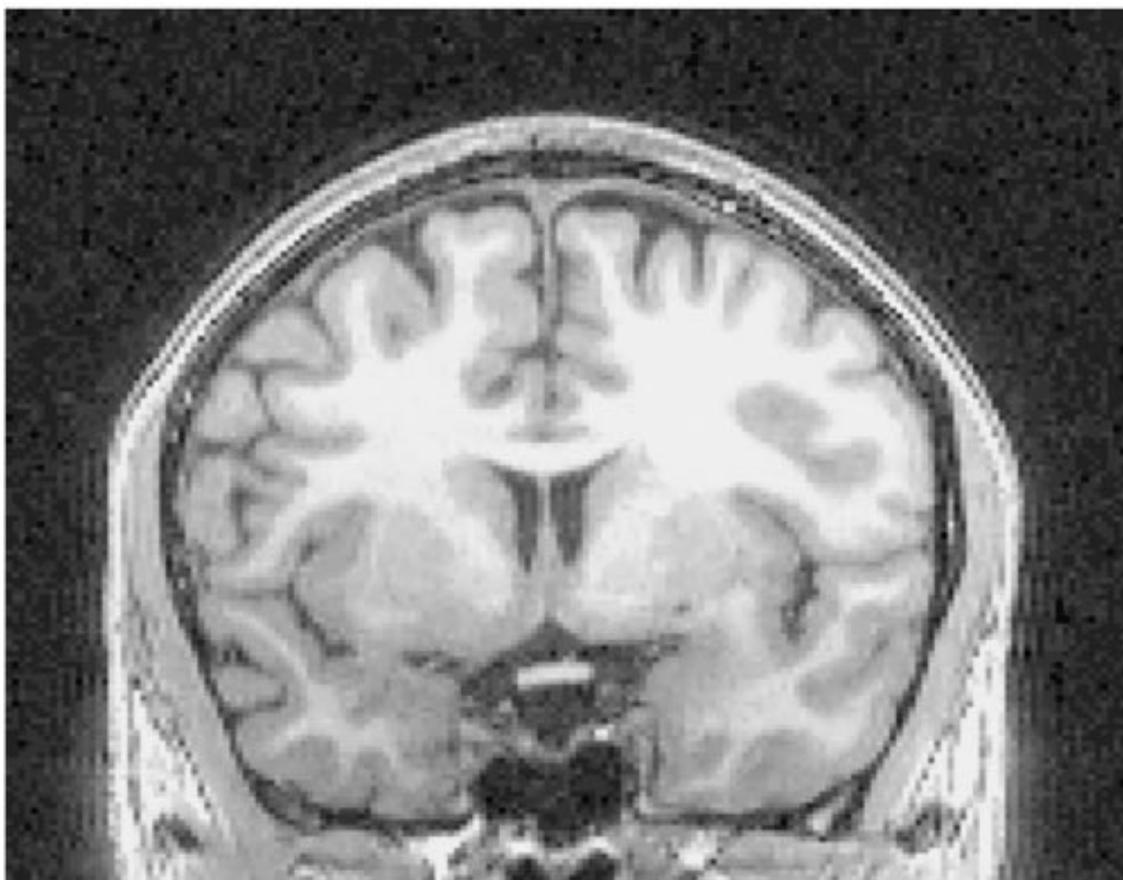
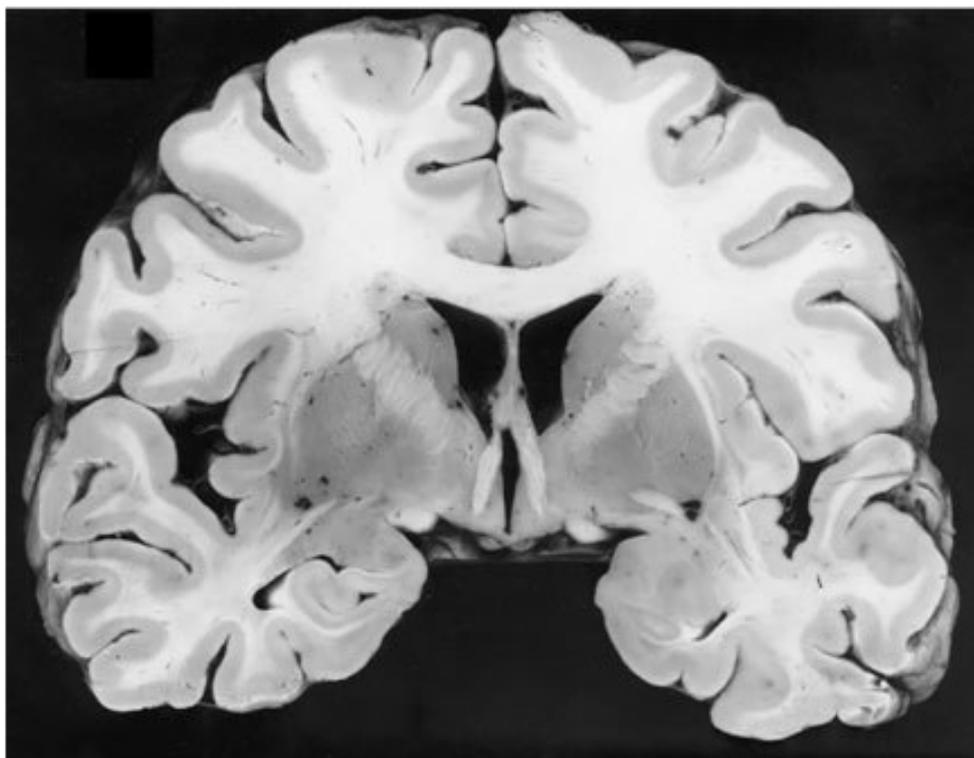


Рис. п.2. Пример полученного с помощью МРТ структурного изображения мозга и срез мозга, извлеченного из тупа

Вверху – фотография одного из срезов мозга, извлеченного из черепа после смерти и нарезанного тонкими слоями. Внизу – изображение одного из слоев мозга живого человека, полученное методом магнитно-резонансной томографии (МРТ).

Структурная томография мозга сыграла огромную роль в развитии медицины. Мозговые травмы, полученные в результате дорожно-транспортных происшествий, инсультов или роста опухолей, могут самым серьезным образом сказываться на поведении. Они могут приводить к тяжелым формам потери памяти или серьезным изменениям личности. До появления компьютерных томографов единственный способ узнать, где именно произошла травма, состоял в том, чтобы снять крышку черепа и посмотреть. Обычно это делали уже после смерти, но иногда и у живого пациента – когда требовалась нейрохирургическая операция. Теперь томографы позволяют точно определить местоположение травмы. Всё, что требуется от пациента, это минут 15 неподвижно пролежать внутри томографа.

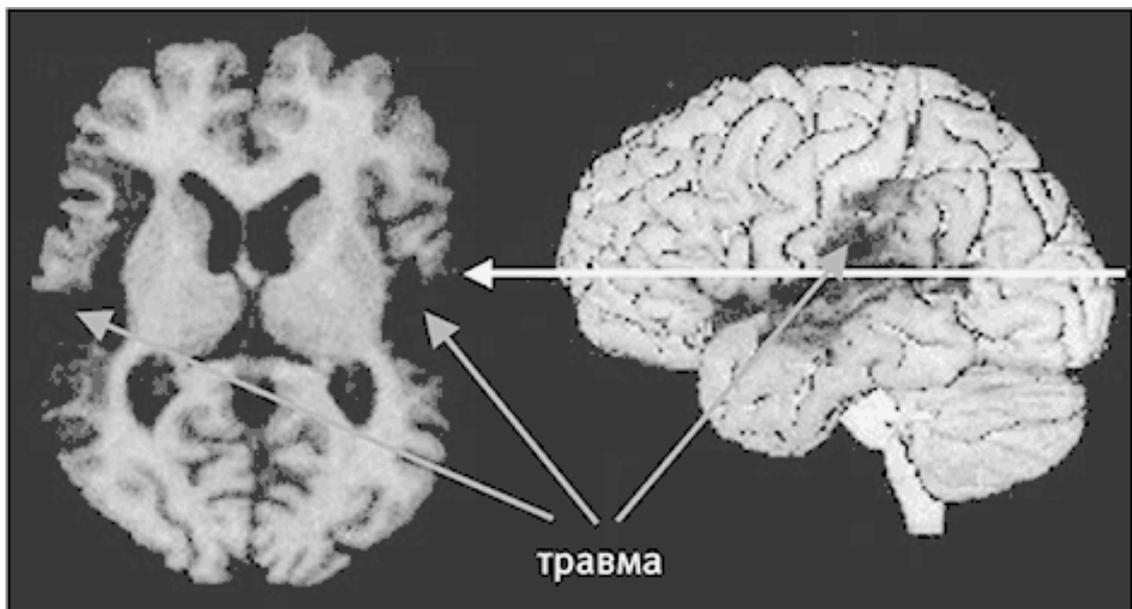


Рис. п.3. Пример МРТ-скана, позволяющего выявить повреждение мозга

Этот пациент перенес два инсульта подряд, в результате чего у него разрушились слуховые зоны коры правого и левого полушарий. Травма хорошо видна на изображении, полученном методом МРТ.

Структурная томография мозга – это и точная, и большая наука. Измерения структурных параметров мозга, проводимые с помощью этих методов, могут быть очень точными и объективными. Но какое отношение имеют эти измерения к проблеме психологии как “неточной” науки?

Измерение активности мозга

Решению проблемы помогла не *структурная* томография. Прогресс в этой области обеспечили *функциональные* томографы, разработанные через несколько лет после структурных. Эти аппараты позволяют регистрировать потребление энергии тканями мозга. Бодрствуем мы или спим, 15 миллиардов нервных клеток (нейронов) нашего мозга постоянно посылают сигналы друг другу. При этом тратится немало энергии. Наш мозг потребляет около 20 % энергии всего тела, несмотря на то что его масса составляет лишь около 2 % от массы тела. Весь мозг пронизан сетью кровеносных сосудов, по которым и переносится энергия в форме кислорода, содержащегося в крови. Распределение энергии в мозгу очень точно отрегулировано, так чтобы в те участки мозга, которые в настоящий момент наиболее активны, ее поступало больше. Когда мы пользуемся слухом, самыми активными участками нашего мозга оказываются две боковые области, в которых находятся нейроны, получающие сигналы непосредственно от ушей (см. рис. ЦВ2 на цветной вставке). Когда нейроны в этих областях активно работают, туда поступает больше крови. Эта связь между активностью мозга и локальными изменениями кровотока была известна физиологам уже больше 100 лет, но до изобретения функциональных томографов не было возможности регистрировать подобные изменения.¹⁶ Функциональные томографы для сканирования мозга (разработанные на основе методов позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ), и функциональной магнитно-резонансной томографии ФМРТ) позволяют регистрировать подобные изменения кровоснабжения, указывающие на то, какие области мозга в настоящий момент наиболее активны.

Самый большой недостаток таких томографов состоит в неудобствах, которые испытывает человек при сканировании его мозга. Ему приходится лежать на спине около часа, по возможности неподвижно. Единственное, что можно делать, находясь внутри томографа, это думать, но в случае с ФМРТ даже думать, оказывается, не так-то просто, потому что томограф производит такой шум, как будто у вас под самым ухом работает отбойный молоток. В одном из самых первых, новаторских исследований, проводившихся с помощью ранней модели позитронно-эмиссионного томографа, испытуемых просили представить себе, что они выходят из своего дома и идут по улицам, сворачивая на каждом перекрестке налево¹⁷. Оказалось, что подобных чисто воображаемых действий вполне достаточно, чтобы вызвать активацию работы многих участков мозга.

¹⁶ В 1928 году у одного человека была обнаружена необычная аномалия, связанная с кровоснабжением затылочной части мозга. Когда он открывал и закрывал глаза, можно было услышать, как меняется ток крови, поступающей в зрительную зону мозга. – *Примеч. авт.*

¹⁷ Эта новаторская работа была выполнена в Скандинавии. Давид Ингвар и Нильс Лассен разработали самую первую методику функционального сканирования человеческого мозга. Для своего первого исследования они вводили радиоактивные вещества в сонные артерии друг друга! Впоследствии Пер Роланд воспользовался модификацией этого метода, не столь опасной для испытуемых, для исследования работы мозга людей, которые представляли себе, будто они выходят из своего дома и идут по улицам. – *Примеч. авт.*

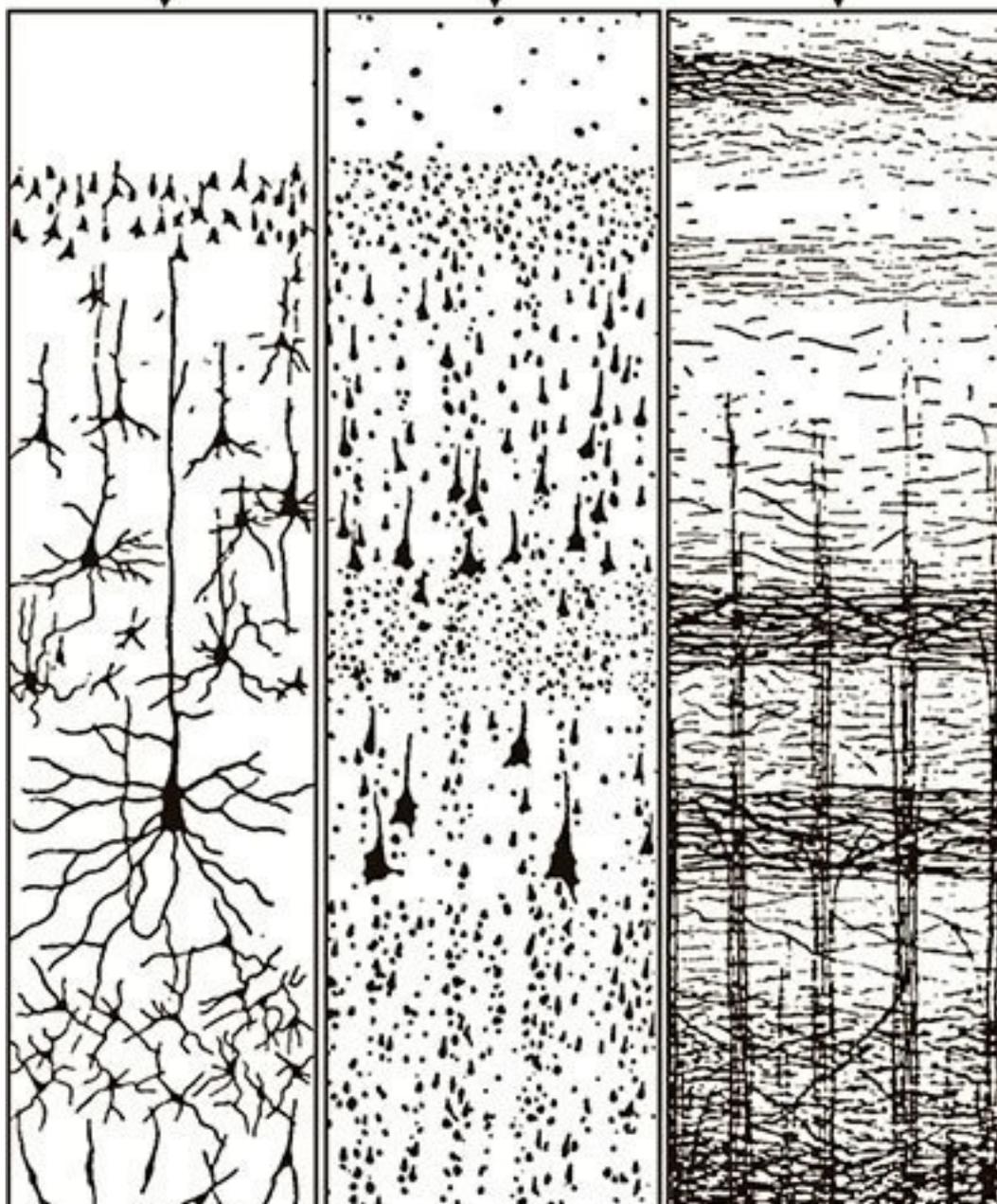
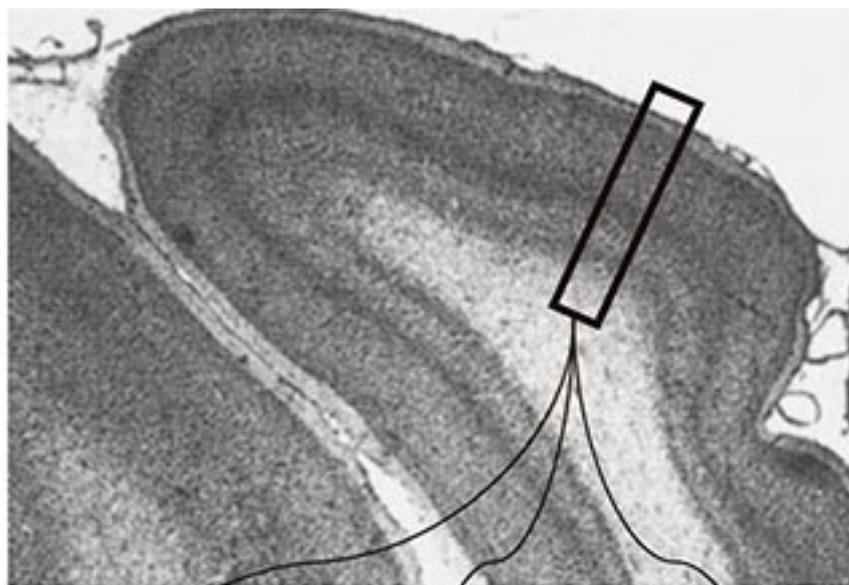


Рис. п.4. Кора головного мозга и ее клетки

Срез коры головного мозга под микроскопом и слои нервной ткани, видимые на срезе.

Вот здесь-то большая наука и приходит на помощь “неточной” психологии. Испытуемый, лежащий в томографе, представляет себе, что он¹⁸ идет по улице. В действительности он не движется и ничего не видит. Эти события происходят лишь у него в голове. Я никак не могу проникнуть в его сознание, чтобы проверить, действительно ли он делает то, о чем его попросили. Но с помощью томографа я могу проникнуть в его мозг. И я могу увидеть, что, когда он представляет себе, что идет по улице и поворачивает налево, в его мозгу наблюдается активность определенного характера.

Разумеется, большинство томографических исследований работы мозга более объективны. Например, перед глазами испытуемого зажигают красный свет, и он нажимает кнопки, при этом действительно двигая пальцами. Но я (как и некоторые мои коллеги) всегда больше интересовался стороной работы мозга, связанной с чисто психическими явлениями. Мы обнаружили, что, когда испытуемый представляет себе, что нажимает кнопку, в его мозгу активируются те же самые области, которые активируются, когда он действительно нажимает ее. Если бы не томограф, у нас не было бы абсолютно никаких объективных признаков, по которым можно было бы сказать, что испытуемый представляет себе, что нажимает кнопку. Мы можем убедиться в том, что при этом не происходит ни малейших движений пальцев или мышечных сокращений. Поэтому мы полагаем, что он следует нашему указанию представлять себе, что он нажимает кнопку, каждый раз, когда слышит определенный сигнал. Измеряя мозговую активность, мы получаем объективное подтверждение этого психического явления. Пользуясь функциональным томографом, я, скорее всего, мог бы сказать, представляете ли вы, что двигаете ногой или пальцем руки. Но пока еще я, скорее всего, не смогу сказать, о каком именно пальце вы думали.

¹⁸ Поймав неодобрительный взгляд профессора английского языка, я должен тут же заметить, что говорю “он”, а не “он или она” не из мужского шовинизма. В первых функционально-томографических исследованиях использовали технологию ПЭТ, а не ФМРТ. Эта методика требует введения испытуемым добровольцам небольших доз радиоактивного вещества. В связи с опасностью этой процедуры для здоровья большинство подобных исследований проводилось на мужчинах, или, если точнее, на молодых праворуких студентах мужского пола. – *Примеч. авт.*

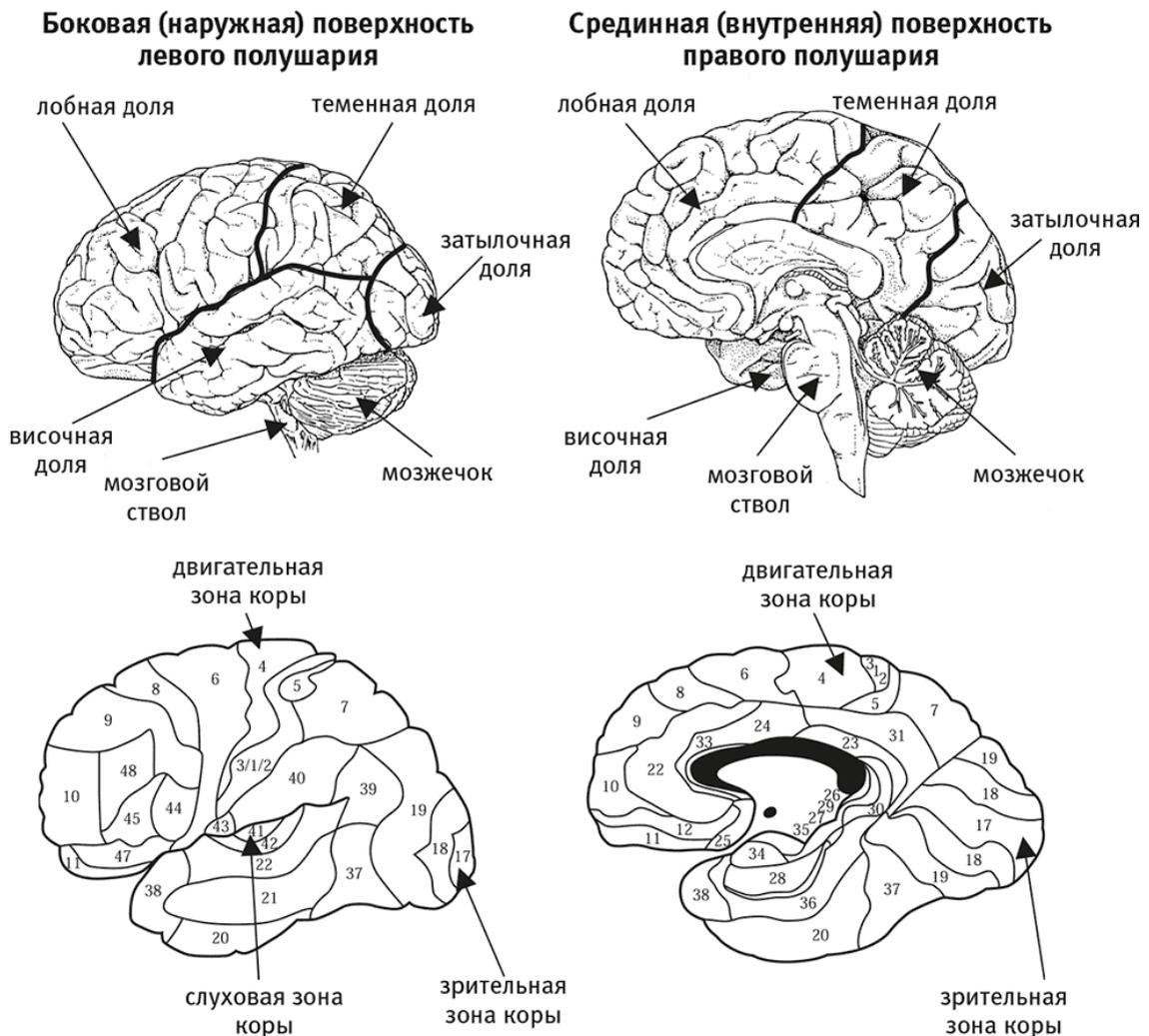


Рис. п.5. Части мозга и области коры

Вверху показаны основные части головного мозга. Внизу показаны области (“поля”) коры головного мозга по Бродману (мозжечок и мозговой ствол удалены). Поля Бродмана выделены на основании внешнего вида участков коры под микроскопом. Номера, присвоенные этим полям, условны.

Возможно, мне стоило заняться не этим, а изучением зрения. Нэнси Кэнуишер и ее группа в Массачусетском технологическом институте показали, что когда мы смотрим на лицо (чье угодно), у нас в мозгу всегда активируется определенный участок, а когда мы смотрим на дом (какой угодно), то активируется другой участок мозга, расположенный поблизости¹⁹. Если попросить испытуемого представить себе увиденное несколько секунд назад лицо или здание, в его мозгу активируются соответствующие участки. Когда я лежу внутри сканера в лаборатории доктора Кэнуишер, она может сказать, о чем я думаю (если я думаю только о лицах или только о домах).

¹⁹ Область мозга, задействованная в восприятии лиц, была впервые открыта Айной Пьюс и ее коллегами в 1995 году. Впоследствии Нэнси Кэнуишер подтвердила это открытие и предложила термин “fusiform face area” (FFA) – область веретеновидной извилины, связанная с восприятием лиц. Ей же принадлежит авторство более позднего термина “parahippocampal place area” (PPA) – область парагиппокампальной извилины, связанная с восприятием мест. – *Примеч. авт.*



Рис. п.6. Испытуемый, лежащий внутри томографа для сканирования мозга

Это решает проблему психологии как “неточной” науки. Теперь нам незачем беспокоиться о неточности, субъективности наших сведений о психических явлениях. Вместо этого мы можем проводить точные, объективные измерения активности мозга. Наверное, теперь мне уже не стыдно будет признаться, что я психолог.

Но вернемся на нашу вечеринку. Я не могу удержаться и рассказываю всем про большую науку томографии мозга. Заведующей отделением физики нравится этот новый этап в развитии психологии. В конце концов, именно физика сделала его возможным. Но профессор английского языка не готова согласиться, что изучение мозговой активности может что-то рассказать нам о человеческой психике.

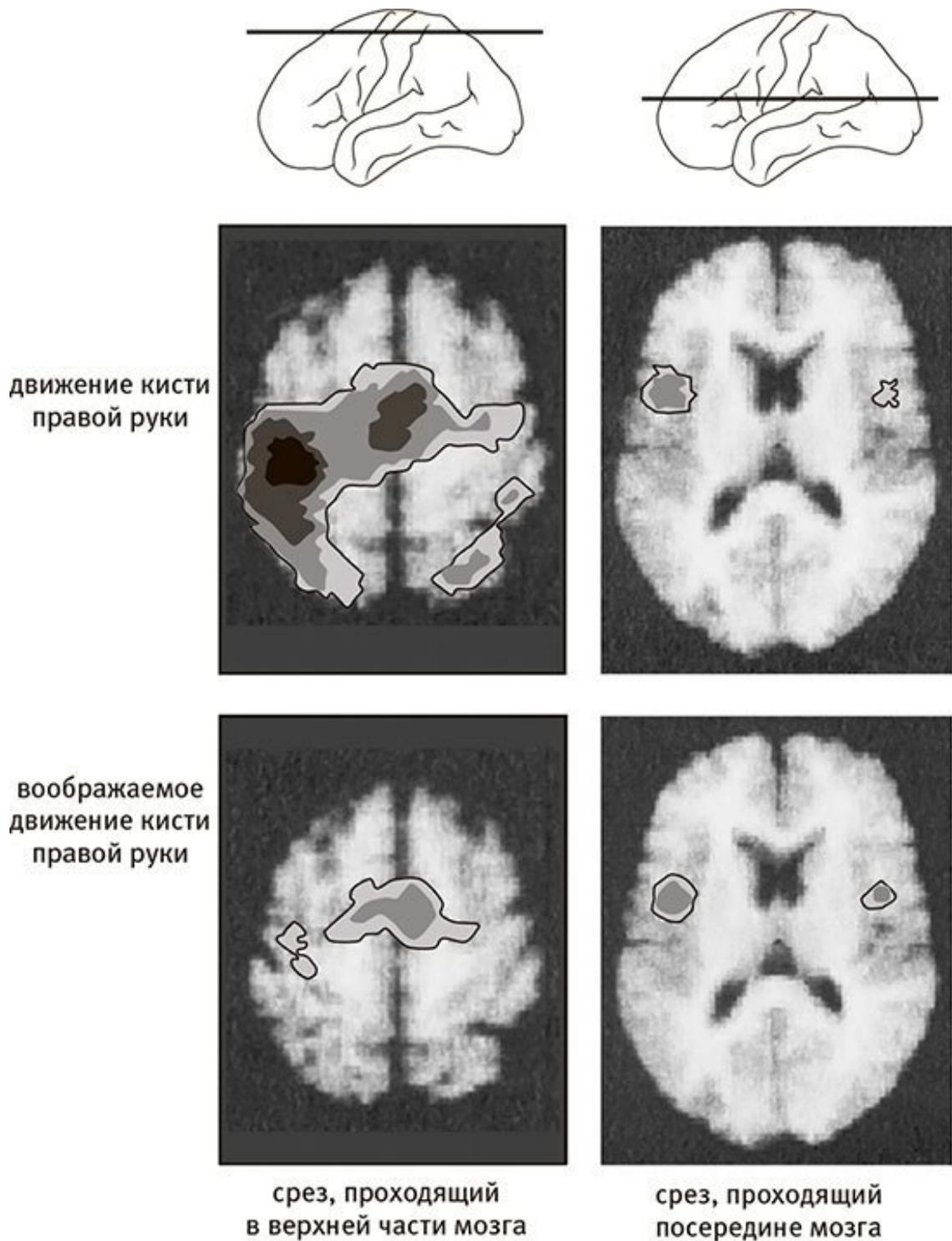


Рис. п.7. Результаты сканирования мозга во время реальных и воображаемых движений. На схемах вверху показано, как проходят срезы мозга (в верхней части и посередине), на которых видна мозговая активность. На верхних срезах показана активность, наблюдаемая, когда испытуемый двигает правой рукой, а на нижних – активность, наблюдаемая, когда испытуемый только представляет себе, что двигает правой рукой.

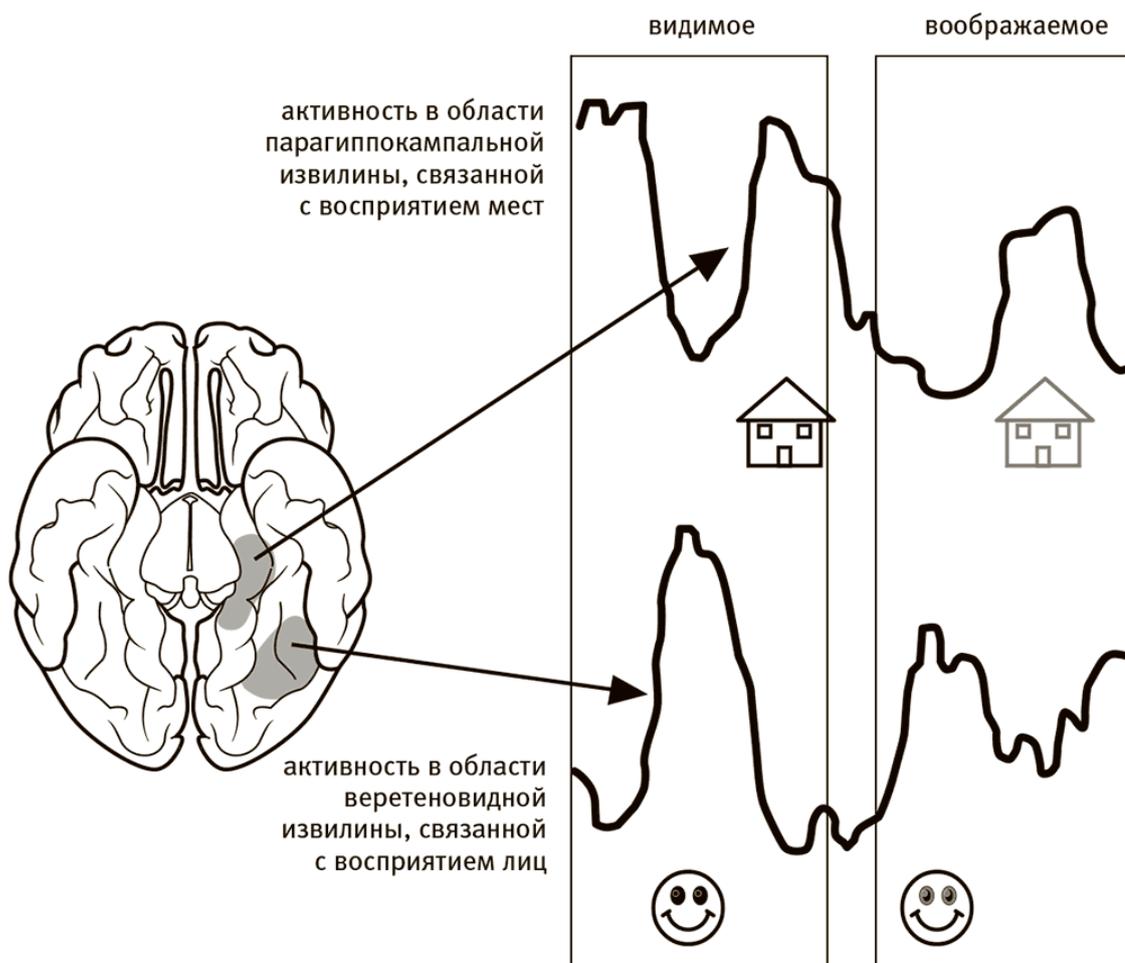


Рис. п.8. Лица и дома, видимые и воображаемые

Мозг (вид снизу), и его области, связанные с восприятием лиц и мест. Активность одной и той же области увеличивается и когда мы видим какое-либо лицо, и когда мы только представляем себе какое-либо лицо. То же самое относится к области, связанной с восприятием мест.

“Когда-то вы считали, что у нас в голове фотоаппарат. Теперь вы считаете, что там компьютер. Даже если у вас получится заглянуть внутрь этого компьютера, вы останетесь всё с той же избитой моделью. Конечно, компьютеры умнее фотоаппаратов. Может быть, они и способны узнавать лица или механическими руками собирать яйца на птицеферме²⁰. Но они никогда не смогут рожать новые идеи и передавать их другим компьютерам. Им никогда не создать компьютерной культуры. Такие вещи не по силам машинному разуму”.

Я отхожу, чтобы наполнить свой бокал. Я не ввязываюсь в спор. Я не философ. Я не надеюсь убедить других в своей правоте силой аргументов. Я признаю лишь те аргументы, что основаны на практическом опыте. И я берусь показать, как сделать невозможное возможным.

²⁰ На самом деле у современных компьютеров довольно плохо получается узнавать лица и собирать лежащие в произвольном порядке предметы. – *Примеч. авт.*

Как из материальных явлений могут возникать психические?

Разумеется, считать, что можно ограничиться измерением мозговой активности и забыть о психике, было бы глупо. Мозговая активность может служить индикатором психической активности и тем самым дает нам объективный маркер субъективного психического опыта. Но мозговая активность и психический опыт – это не одно и то же. Имея в распоряжении соответствующее оборудование, я, вероятно, смог бы найти в своем мозгу нейрон, активирующийся только тогда, когда я вижу синий цвет. Но, как мне с удовольствием напомним профессор английского языка, эта активность и синий цвет не одно и то же. Томографические исследования мозга отчетливо указывают нам на кажущуюся непреодолимой пропасть между объективной физической материей и субъективным психическим опытом.

Точные науки имеют дело с материальными объектами, которые могут непосредственно воздействовать на наши органы чувств. Мы видим свет. Мы чувствуем вес куска железа. Занятие точными науками, такими как физика, нередко требует от ученых тяжелой физической работы с исследуемыми материалами. Лучшим примером такого ученого может служить Мария Кюри, которой, как утверждают, пришлось обработать несколько тонн урановой руды, чтобы выделить одну десятую грамма радия. Этот тяжелый физический труд и позволил разобраться в явлении радиоактивности, найти медицинское применение рентгеновским лучам, а в конечном итоге и сконструировать компьютерный томограф. При этом, разумеется, нам помогает специальное оборудование, предназначенное для того, чтобы проводить тонкие измерения, работая с очень редкими элементами, такими как радий, очень мелкими объектами, такими как нуклеотиды в молекуле ДНК, или очень быстрыми процессами, такими как распространение света. Но все это специальное оборудование, подобно увеличительным стеклам, лишь искусственно усиливает возможности наших органов чувств. Оно помогает нам видеть то, что действительно существует. Ни одно подобное устройство не позволит нам увидеть то, что происходит во внутреннем мире другого человека. Объектов внутреннего мира в действительности не существует.

Я умею читать ваши мысли

И вот наконец на этой вечеринке происходит встреча, которой я больше всего боялся. На этот раз ко мне обращается самоуверенный молодой человек без галстука, который занимается, вероятно, молекулярной генетикой.

“Так вы психолог? Значит, вы можете читать мои мысли?”

Он же, наверное, умный человек. Как может он говорить такие глупости? Он просто надомной издевается.

Лишь совсем недавно мне удалось понять, что это я по собственной глупости не понимал его. Конечно, я могу читать чужие мысли. И это доступно не только психологам. Все мы постоянно читаем мысли друг у друга. Без этого мы не могли бы обмениваться идеями, не смогли бы создать культуру! Но каким образом наш мозг позволяет нам проникать во внутренние миры, скрытые в головах других людей?

Я могу смотреть в глубины вселенной в телескоп и наблюдать активность внутри вашего мозга с помощью томографа, но я не могу проникнуть в ваше сознание. Мы все считаем, что наш внутренний мир – это совсем не то, что реальный материальный мир, окружающий нас.

И все же в повседневной жизни мы интересуемся мыслями других людей не меньше, чем объектами материального мира. Мы взаимодействуем с другими людьми, обмениваясь с ними мыслями, намного больше, чем физически взаимодействуем с их телами. Читая эту книгу, вы узнаете мои мысли. А я, в свою очередь, пишу ее в надежде, что она позволит мне изменить образ ваших мыслей.

Как мозг создает наш внутренний мир

Стало быть, в этом и состоит проблема психологов? Мы пытаемся исследовать внутренний мир других людей и явления психики, в то время как “настоящая” наука занимается материальным миром? Материальный мир качественно отличается от мира нашей психики. Органы чувств позволяют нам вступать в непосредственный контакт с материальным миром. А наш внутренний мир принадлежит только нам. Как же другой человек может исследовать такой мир?

В этой книге я собираюсь показать, что никакой разницы между внутренним миром человека и материальным миром на самом деле нет. Разница между ними – иллюзия, создаваемая нашим мозгом. Всё, что мы знаем, как о материальном мире, так и о внутреннем мире других людей, мы знаем благодаря мозгу. Но связь нашего мозга с материальным миром физических тел так же опосредована, как и его связь с нематериальным миром идей. Скрывая от нас все бессознательные заключения, к которым он приходит, наш мозг создает у нас иллюзию непосредственного контакта с материальным миром. В то же самое время он создает у нас иллюзию, что наш внутренний мир обособлен и принадлежит только нам. Эти две иллюзии дают нам ощущение, что в мире, в котором мы живем, мы действуем как независимые деятели. Вместе с тем мы можем делиться опытом восприятия окружающего мира с другими людьми. За многие тысячелетия эта способность делиться опытом создала человеческую культуру, которая, в свою очередь, может влиять на работу нашего мозга²¹.

Преодолев эти иллюзии, создаваемые мозгом, мы можем заложить основание науки, которая объяснит нам, как мозг формирует наше сознание.

“Не надейтесь, что поверю вам на слово, – говорит профессор английского языка. – Предъявите мне доказательства”.

И я обещаю ей, что все, о чем я расскажу в этой книге, будет убедительно доказано строгими экспериментальными данными. Если вы захотите сами ознакомиться с этими данными, вы найдете в конце книги подробный список ссылок на все первоисточники.

²¹ Буквы, которыми мы пользуемся в английском языке, очень неоднозначны. 40 звуков английского языка могут быть записаны 1120 способами. В итальянском языке звуков 25, а способов их записи 33. В результате люди, выросшие в англоговорящих странах, пользуются при чтении несколько иными участками мозга, чем люди, выросшие в Италии. – *Примеч. авт.*

Часть первая

Что стоит за иллюзиями нашего мозга

1. О чем нам может рассказать поврежденный мозг

Восприятие материального мира

Когда я учился в школе, химия давалась мне хуже всех предметов. Единственный научный факт, который я запомнил на уроках химии, касается одного трюка, которым можно воспользоваться на практикуме. Вам выдают много маленьких емкостей с белыми порошками, и вы должны установить, где какое вещество. Попробуйте их на вкус. Вещество, сладкое на вкус, будет *ацетат свинца*. Только не пробуйте слишком много!

Такой подход к химии свойствен многим простым людям. Его обычно применяют к содержимому тех баночек, что стоят в глубине кухонного шкафа. Если не можешь по виду сказать, что это, попробуй на вкус. Так мы и знакомимся с материальным миром. Мы исследуем его с помощью наших органов чувств.

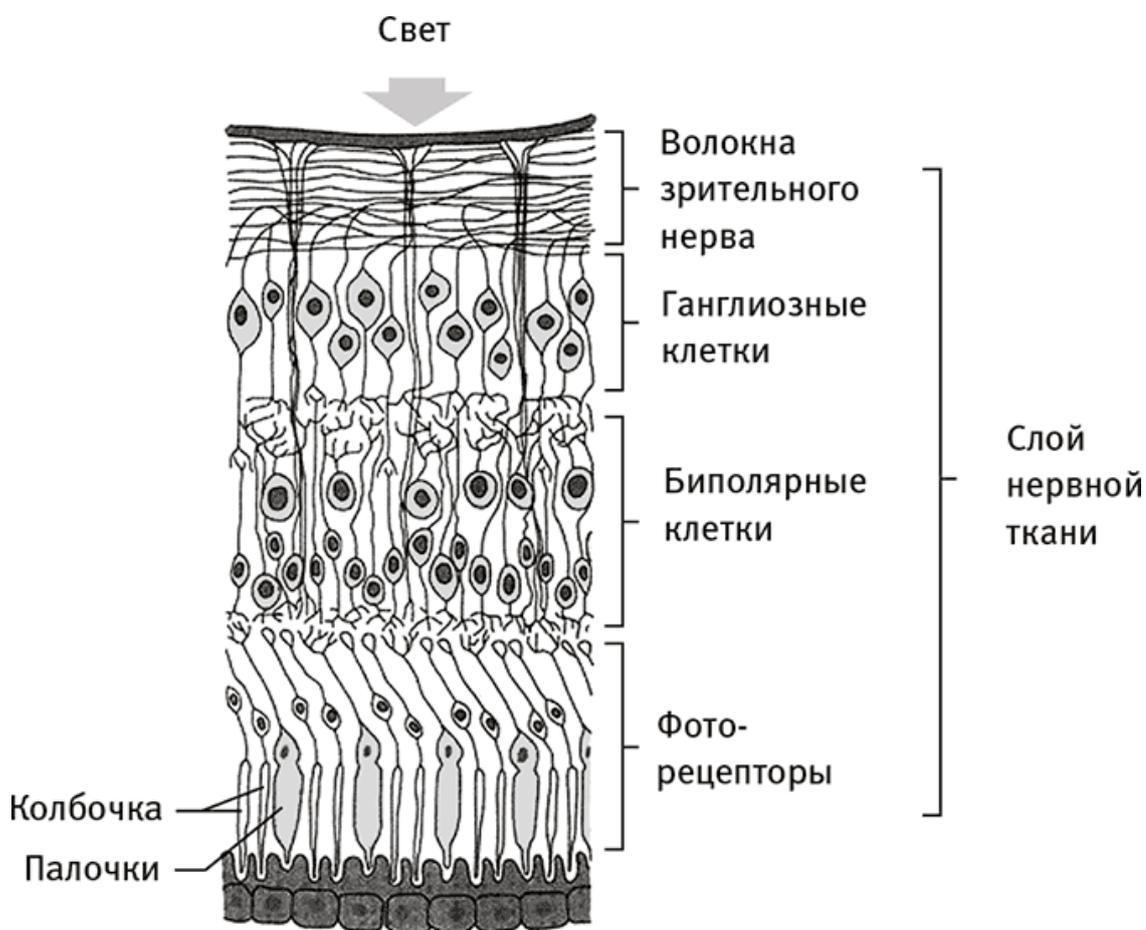


Рис. 1.1. Сетчатка глаза, которая обеспечивает связь между светом и мозговой активностью

Сетчатка, расположенная в глубине глаза, содержит большое число специальных нейронов (фоторецепторов), активность которых меняется, когда на них падает свет. В середине сетчатки (в области центральной ямки) располагаются фоторецепторы-колбочки. Есть три типа колбочек, каждый из которых реагирует на свет с определенной длиной волны (красный, зеленый и синий). Вокруг центральной ямки расположены фоторецепторы-палочки, реагирующие на слабый свет любого цвета. Все эти клетки посылают по зрительному нерву сигналы в зрительную зону коры.

Отсюда следует, что, если наши органы чувств повреждены, это плохо сказывается на нашей способности исследовать материальный мир. Вполне вероятно, что вы близоруки²². Если я попрошу вас снять очки и посмотреть вокруг, вы не будете различать мелкие объекты, расположенные всего в паре метров от вас. Тут нет ничего удивительного. Именно наши органы чувств – глаза, уши, язык и другие – и обеспечивают связь между материальным миром и нашим сознанием. Наши глаза и уши, как видеокамера, собирают информацию²³ о материальном мире и передают ее сознанию. Если глаза или уши повреждены, эта информация не может передаваться должным образом. Такие повреждения затрудняют нам знакомство с окружающим миром.

Эта проблема окажется еще более интересной, если мы задумаемся, как информация от глаз достигает сознания. Давайте на минуту забудем про вопрос о том, каким образом электрическая активность фоторецепторов глаза²⁴ преобразуется в наше ощущение цвета, и ограничимся наблюдением, что информация от глаз (а также ушей, языка и других органов чувств) поступает в мозг. Отсюда следует, что повреждения мозга тоже могут затруднять знакомство с материальным миром.

Психика и мозг

Прежде чем мы начнем разбираться в том, как повреждения мозга могут сказываться на нашем восприятии окружающего мира, нужно немного подробнее рассмотреть связь между нашей психикой и мозгом. Эта связь должна быть тесной. Как мы узнали из пролога, всякий раз, когда мы представляем себе какое-нибудь лицо, у нас в мозгу активируется специальная область, связанная с восприятием лиц. В данном случае мы, зная о чисто психическом опыте, можем предугадать, какая область мозга будет при этом активироваться. Как мы вскоре убедимся, мозговые травмы могут оказывать глубокое воздействие на психику. Более того, зная, где именно был травмирован мозг, мы можем предугадать, как в результате этого изменилась психика пациента. Но эта связь между мозгом и психикой несовершенна. Это не взаимно однозначная связь. Некоторые изменения активности мозга могут никак не сказаться на психике.

С другой стороны, я глубоко убежден, что любые изменения психики связаны с изменениями активности мозга²⁵. Я убежден в этом потому, что считаю, что всё, что происходит в

²² Около трети населения Земли страдает близорукостью. Но близорукость встречается еще чаще у таких людей, как вы, которые много читают и обладают высоким уровнем интеллекта. – *Примеч. авт.*

²³ Изобретение способа измерять количество информации сыграло огромную роль в создании компьютеров и в изучении работы мозга (см. главу 5). – *Примеч. авт.*

²⁴ Прежде чем достигнуть светочувствительных клеток сетчатки, свет должен пройти сквозь слой нервной ткани, пронизанной кровеносными сосудами. Чтобы видеть окружающий мир, нам приходится смотреть сквозь кровеносные сосуды, но мы этого не замечаем. Хотя, может быть, именно поэтому, если сильно напиться, можно, как утверждают, увидеть “розовых слоников”? – *Примеч. авт.*

²⁵ Я не дуалист. – *Примеч. авт.* (Дуализм – философское учение, согласно которому в мире существует два несводимых друг к другу начала – материальное и духовное. – *Примеч. перев.*)

моем внутреннем мире (психическая активность), вызывается мозговой активностью или, по крайней мере, зависит от нее²⁶.

Итак, если я прав в своем убеждении, последовательность событий должна выглядеть примерно так. Свет попадает на светочувствительные клетки (фоторецепторы) нашего глаза, и они посылают сигналы в мозг. Механизм этого явления уже неплохо известен. Затем возникающая в мозгу активность каким-то образом создает в нашем сознании ощущение цвета и формы. Механизм этого явления пока совершенно неизвестен. Но каким бы он ни был, мы можем сделать вывод, что в нашем сознании не может быть знаний об окружающем мире, никак не представленных в мозгу²⁷. Всё, что мы знаем о мире, мы знаем благодаря мозгу. Поэтому, вероятно, нам незачем задаваться вопросом: “каким образом мы или наше сознание познаем окружающий мир? Вместо этого нужно задать вопрос: каким образом наш мозг познаёт окружающий мир?”²⁸ Задаваясь вопросом о мозге, а не о сознании, мы можем на время отложить решение вопроса о том, как знания об окружающем мире попадают в наше сознание. К сожалению, этот трюк не работает. Чтобы узнать, что известно *вашему мозгу* об окружающем мире, я в первую очередь задал бы *вам* вопрос: “Что вы видите?” Я обращаюсь к вашему сознанию, чтобы узнать, что отображается в вашем мозгу. Как мы с вами убедимся, этот метод далеко не всегда надежен.

Когда мозг не знает

Из всех чувствительных систем мозга мы больше всего знаем о зрительной системе²⁹. Видимая картина мира вначале отображается в нейронах, расположенных в глубине сетчатки. Получающееся при этом изображение перевернуто и зеркально отражено, совсем как картинка, возникающая внутри фотоаппарата: нейроны, расположенные на сетчатке вверху слева, отображают нижнюю правую часть поля зрения. Сетчатка посылает сигналы в первичную зрительную кору (V1³⁰) в затылочной части мозга через таламус (зрительный бугор) – своеобразную ретрансляционную станцию, расположенную в глубине мозга. Отростки нейронов, передающие эти сигналы, частично перекрещиваются, так что левая сторона каждого глаза отображается в правом полушарии, а правая – в левом. “Фотографическое” изображение в первичной зрительной коре сохраняется³¹, так что нейроны, расположенные в верхней части зрительной коры левого полушария? отображают нижнюю правую часть поля зрения.

²⁶ Я материалист. Но я должен признать, что по некоторым моим словам меня можно принять за дуалиста. Например, я говорю, что мой мозг “не рассказывает мне всё, что знает”, или “обманывает меня”. Я использую эти выражения потому, что они в первом приближении соответствуют моему психическому опыту. Большая часть того, что делает мой мозг, так никогда и не достигает моего сознания. Эти вещи известны моему мозгу, а мне неизвестны. С другой стороны, я глубоко убежден, что я – продукт моего мозга, как и все мои знания и представления. – *Примеч. авт.*

²⁷ Нейрофизиологи нередко говорят об активности нейронов, “представляющей” (representing) что-то нематериальное. Например, есть такие нейроны, которые активируются только тогда, когда в глаза попадает красный свет. В таких случаях говорят, что активность нейрона представляет красный цвет. Утверждают даже, что активность некоторых нейронов в лобных долях коры “представляет информацию, восприятие которой предстоит”. – *Примеч. авт.*

²⁸ Профессору английского языка не нравится эта формулировка. “Разве мозг способен познавать? Это доступно лишь сознанию. В энциклопедии содержатся сведения о мире, но мы не станем говорить, что энциклопедия знает что-то о мире. Мозг, должно быть, похож на энциклопедию, в которой активность нейронов соответствует буквам печатного текста. Если так, то кто читает ее?” – *Примеч. авт.*

²⁹ Если вы хотите больше узнать о зрительной системе мозга, прочитайте книгу Семира Зеки (Semir Zeki) “Зрение и мозг” (“A Vision of the Brain”). – *Примеч. авт.* (Эта книга пока не переведена на русский язык, поэтому нашим читателям можно порекомендовать другую научно-популярную работу по той же теме – книгу нобелевского лауреата Дэвида Хьюбела “Глаз, мозг, зрение”. – *Примеч. перев.*)

³⁰ От слова “visual” (зрительный). – *Примеч. перев.*

³¹ Это явление называют ретинопическим представлением, потому что активность отдельных нейронов зрительной коры определяется светом, попадающим на определенные участки сетчатки (retina). Таким образом, любое движение глаз приводит к резким изменениям активности в первичной зрительной коре. Но видимый нами мир при этом не меняется. – *Примеч. авт.*

Последствия повреждений первичной зрительной коры зависят от того, где именно произошла травма. Если поврежден верхний левый участок зрительной коры, то пациент, оказывается, неспособен видеть объекты, расположенные в нижней правой части поля зрения. В этой части поля зрения такие пациенты слепы.

Некоторые люди, страдающие от мигрени, время от времени перестают видеть какую-либо часть поля зрения, оттого что у них на какое-то время сокращается приток крови к зрительной зоне коры. Обычно этот симптом начинается с того, что в поле зрения возникает небольшой “слепой” участок, который постепенно разрастается. Этот участок часто бывает окружен мерцающей зигзагообразной линией, которую называют фортификационным спектром.

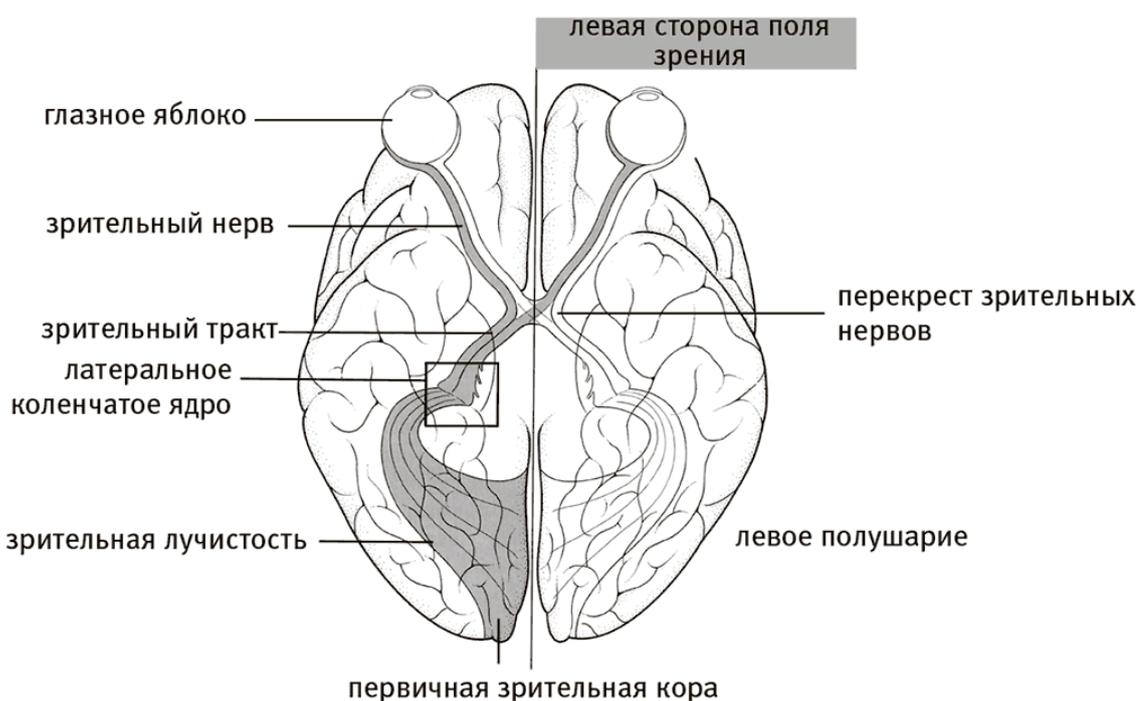
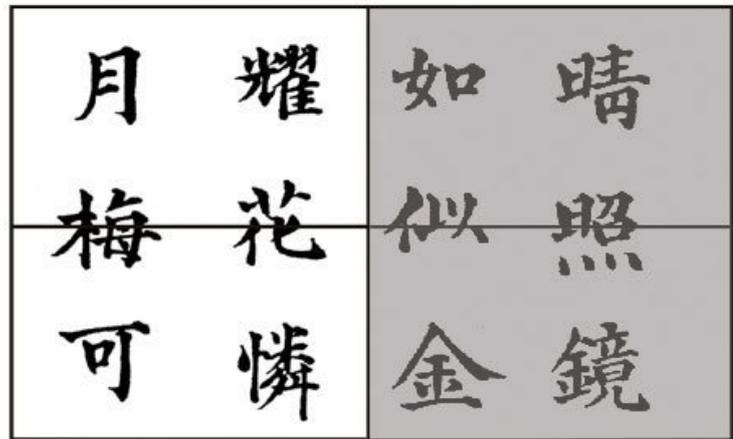


Рис. 1.2. Как сигналы передаются по нервам от сетчатки в зрительную зону коры
Сигнал о свете из левой стороны поля зрения поступает в правое полушарие. Мозг показан снизу.

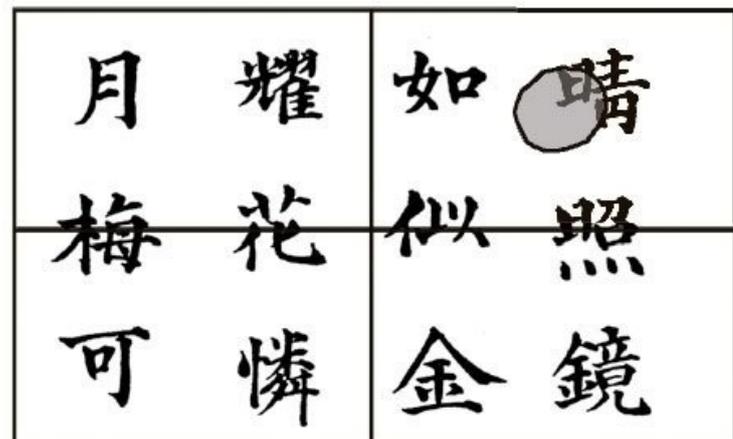
Прежде чем информация из первичной зрительной коры будет передана дальше в мозг для следующего этапа обработки, полученное изображение раскладывается на составляющие, такие как информация о форме, цвете и движении. Эти составляющие зрительной информации передаются дальше в разные участки мозга. В редких случаях мозговые травмы могут затрагивать участки мозга, задействованные в обработке лишь одной из этих составляющих, в то время как остальные участки остаются неповрежденными. Если повреждена область, связанная с восприятием цвета (V4), человек видит мир бесцветным (такой синдром называется ахроматопсией, или цветовой слепотой). Все мы видели черно-белые фильмы и фотографии, поэтому не так уж сложно представить себе ощущения людей, страдающих этим синдромом. Намного сложнее представить себе мир человека, у которого повреждена зона, связанная со зрительным восприятием движения (V5). С течением времени видимые объекты, например машины, меняют свое положение в поле зрения – но при этом человеку не кажется, что они движутся (такой синдром называют акинетопсией). Это ощущение, вероятно, представляет собой нечто противоположное иллюзии водопада, которую я упоминал в прологе. При этой иллюзии,

которую каждый из нас может испытать, объекты не меняют своего положения в поле зрения, но нам кажется, что они движутся.

ГЕМИОПИЯ



СКОТОМА



квадрантная гемианопсия

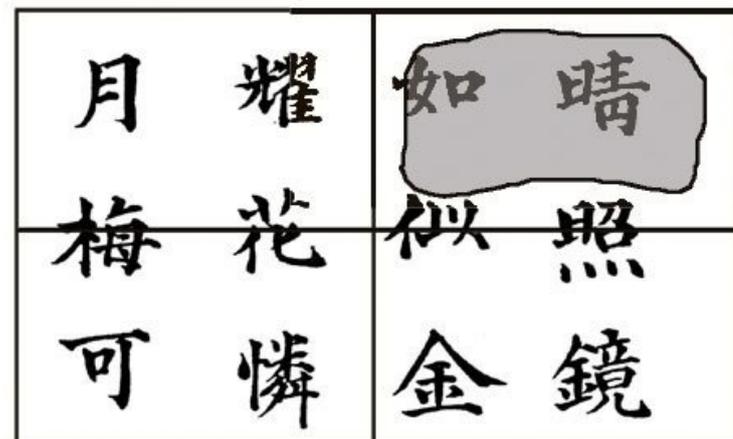


Рис. 1.3. Как повреждения зрительной коры влияют на восприятие

Повреждения зрительной коры вызывают слепоту на определенных участках поля зрения. Потеря всей зрительной коры правого полушария вызывает слепоту на всей левой стороне поля зрения (гемиопия). Потеря небольшого участка в нижней половине зрительной коры правого полушария приводит к появлению слепого пятна в левой верхней половине поля зрения (скотома). Потеря всей нижней половины зрительной коры правого полушария вызывает слепоту на всей верхней половине левой стороны поля зрения (квадрантная гемианопсия).



Рис. 1.4. Развитие слепого пятна при мигрени по Карлу Лэшли

Симптом начинается с того, что в районе середины поля зрения возникает слепое пятно, которое затем постепенно увеличивается в размерах.

На следующем этапе обработки зрительной информации такие ее составляющие, как информация о форме и цвете, вновь совмещаются для распознавания находящихся в поле зрения объектов. Участки мозга, в которых это происходит, иногда оказываются повреждены, в то время как области, где проходят предыдущие этапы обработки зрительной информации, остаются неповрежденными. У людей с такими травмами могут быть проблемы с распознаванием видимых объектов. Они в состоянии видеть и описывать различные характеристики объекта, но не понимают, что это такое. Подобное нарушение способности узнавания называют агнозией³². При этом синдроме первичная зрительная информация продолжает поступать в мозг, но осмыслить ее человек уже не может. При одной из разновидностей этого синдрома люди не способны узнавать лица (это прозопагнозия, или агнозия на лица). Человек понимает, что видит перед собой лицо, но не может понять, чье оно. У таких людей повреждена область, связанная с восприятием лиц, о которой я рассказывал в прологе.

³² Термин “агнозия” предложил Фрейд еще до того, как он помешался на психоанализе. – *Примеч. авт.*

Кажется, что с этими наблюдениями все ясно. Повреждения мозга затрудняют передачу информации об окружающем мире, собираемой органами чувств. Характер воздействия этих повреждений на нашу способность познавать окружающий мир определяется тем этапом передачи информации, на котором сказывается повреждение. Но иногда наш мозг может играть с нами странные шутки.

Когда мозг знает, но не хочет сказать

Мечта всякого нейрофизиолога³³ – найти человека, у которого был бы столь необычный взгляд на мир, что нам пришлось бы кардинально пересмотреть свои представления о работе мозга. Чтобы найти такого человека, нужны две вещи. Во-первых, нужно везение, чтобы встретиться с ним (или с ней). Во-вторых, нужно, чтобы у нас хватило ума понять важность того, что мы наблюдаем.

“Вам, конечно, всегда хватало и везения, и ума”, – говорит профессор английского языка.

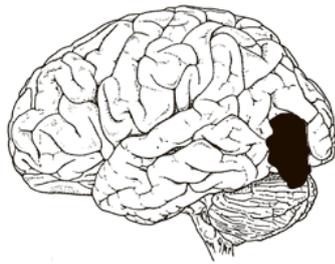
К сожалению, нет. Однажды мне крупно повезло, но мне не хватило ума это понять. В молодости, когда я работал в Институте психиатрии в южной части Лондона, я исследовал человеческие механизмы обучения. Меня представили человеку, страдавшему сильной потерей памяти. В течение недели он каждый день приходил ко мне в лабораторию³⁴ и учился выполнять одну задачу, требующую определенного двигательного навыка. Его результат постепенно улучшался без отклонений от нормы, и выработанный навык сохранялся у него даже после недельного перерыва. Но вместе с тем у него была столь сильная потеря памяти, что каждый день он говорил, что никогда раньше со мной не встречался и никогда этой задачи не выполнял. “Как странно”, – думал я. Но я интересовался проблемами обучения двигательным навыкам. Этот человек обучался требуемому навыку нормально и не вызвал у меня интереса. Разумеется, многим другим исследователям удавалось оценить важность людей с подобными симптомами. Такие люди могут ничего не помнить о том, что происходило с ними ранее, даже если это было только вчера. Раньше мы предполагали, что это происходит оттого, что происходившие события не записываются у человека в мозг. Но у того человека, с которым я работал, приобретенный ранее опыт явно оказывал долгосрочное влияние на мозг, потому что у него получалось день ото дня всё успешнее выполнять поставленную задачу. Но эти долгосрочные изменения, происходящие в мозгу, не действовали на его сознание. Он не мог вспомнить ничего из того, что происходило с ним вчера. Существование таких людей свидетельствует о том, что нашему мозгу может быть известно об окружающем мире что-то неизвестное нашему сознанию.

Мел Гудейл и Дэвид Милнер не повторили мою ошибку, когда встретили женщину, известную под инициалами D.F. Они сразу поняли всю важность того, что им удалось пронаблюдать. D.F. перенесла отравление угарным газом, выделившимся в результате неисправности водонагревателя. Это отравление повредило часть зрительной системы ее мозга, связанную с восприятием формы. Она могла смутно воспринимать свет, тень и цвета, но не могла узнавать объекты, потому что не видела, какой они формы. Гудейл и Милнер заметили, что у D.F., похоже, намного лучше получается ходить по экспериментальной площадке и подбирать предметы, чем можно было бы ожидать, учитывая ее почти полную слепоту. За несколько лет они провели целый ряд экспериментов с ее участием. Эти эксперименты подтвердили наличие несоответствия между тем, что она могла видеть, и тем, что она могла делать.

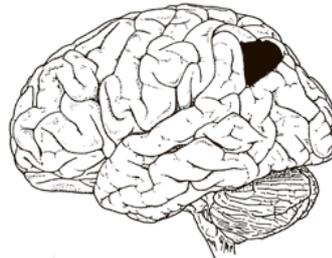
³³ Нейрофизиологи изучают людей, страдающих от мозговых травм, а иногда и пытаются им помочь. – *Примеч. авт.*

³⁴ В шестидесятых годах моей лабораторией была бывшая ванная комната, которую превратили в лабораторию, накрыв ванну доской из ДВП. – *Примеч. авт.*

Один из экспериментов, поставленных Гудейлом и Милнером, выглядел так. Экспериментатор держал в руке палочку и спрашивал D.F., как эта палочка расположена. Она не могла сказать, расположена ли палочка горизонтально, или вертикально, или под каким-то углом. Казалось, что она вообще не видит палочку и просто пытается угадать ее расположение. Затем экспериментатор просил ее протянуть руку и взяться за эту палочку рукой. Это у нее нормально получалось. При этом она заранее поворачивала кисть руки так, чтобы удобнее было взять палочку. Под каким бы углом ни располагалась палочка, она без проблем могла взяться за нее рукой. Это наблюдение показывает, что мозг D.F. “знает”, под каким углом расположена палочка, и может воспользоваться этой информацией, управляя движениями ее руки. Но D.F. не может воспользоваться этой информацией, чтобы осознать, как расположена палочка. Ее мозг знает об окружающем мире что-то такое, чего не знает ее сознание.



Участок мозга, необходимый для распознавания объектов, пораженный у пациентки D.F.



Участок мозга, необходимый, чтобы держать предметы в руке

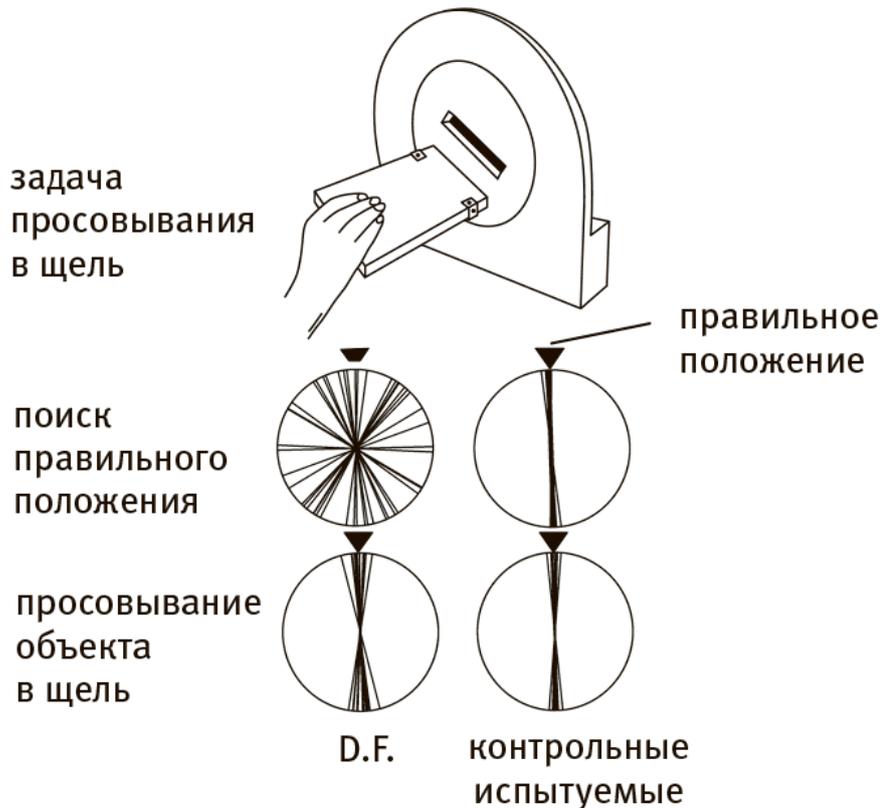


Рис. 1.5. Неосознанные действия

У пациентки D.F. повреждена часть мозга, необходимая для распознавания объектов, в то время как часть мозга, необходимая, чтобы держать предметы в руке, остается неповре-

жденной. Она не понимает, как повернуто “письмо” относительно щели. Но она может повернуть его нужным образом, просовывая в щель.

Известно очень мало людей с точно такими же симптомами, как у D.F. Но есть немало людей с мозговыми повреждениями, при которых мозг играет похожие шутки. Наверное, самое впечатляющее несоответствие наблюдается у людей с синдромом “слепозрения” (blindsight), который вызывается травмами первичной зрительной коры. Как мы уже знаем, подобные травмы приводят к тому, что человек перестает видеть какую-либо часть поля зрения. Лоуренс Вайскранц первым показал, что у некоторых людей эта слепая область поля зрения не вполне слепа³⁵. В одном из его экспериментов перед глазами испытуемого по слепой части его поля зрения вправо или влево движется светлое пятно, и испытуемого просят сказать, что он видит. Этот вопрос кажется ему необычайно глупым. Он ничего не видит. Тогда вместо этого его просят угадать, куда двигалось пятно, влево или вправо. Этот вопрос тоже кажется ему довольно глупым, но он готов поверить, что почтенный оксфордский профессор знает, что делает. Профессор Вайскранц обнаружил, что некоторым людям удается угадывать направление движения пятна намного лучше, чем если бы они просто отвечали наугад. В одном из таких экспериментов испытуемый ответил правильно более чем в 80 % случаев, хотя и продолжал утверждать, что ничего не видит. Таким образом, если бы у меня был синдром слепозрения, сознание могло бы говорить мне, что я ничего не вижу, в то время как мой мозг располагал бы некоторыми сведениями о видимом окружающем мире и как-то подсказывал мне, помогая “угадывать” правильный ответ. Что же это за знания, которыми обладает мой мозг, но не обладаю я?

Когда мозг говорит неправду

Неведомые знания человека с синдромом слепозрения, по крайней мере, соответствуют действительности. Но иногда мозговые травмы приводят к тому, что сознание получает об окружающем мире сведения, которые в действительности совершенно не соответствуют. Одну глухую старушку среди ночи разбудили звуки громкой музыки. Она обыскала всю квартиру в поисках источника этих звуков, но нигде не могла его найти. В конце концов она поняла, что музыка звучала только у нее в голове. С тех пор она почти всегда слышала эту несуществующую музыку. Иногда это был баритон под аккомпанемент гитары, а иногда хор в сопровождении целого оркестра.

³⁵ Людей с таким синдромом известно совсем немного. Их активно исследуют нейрофизиологи, число которых намного превышает число подобных испытуемых. – *Примеч. авт.*

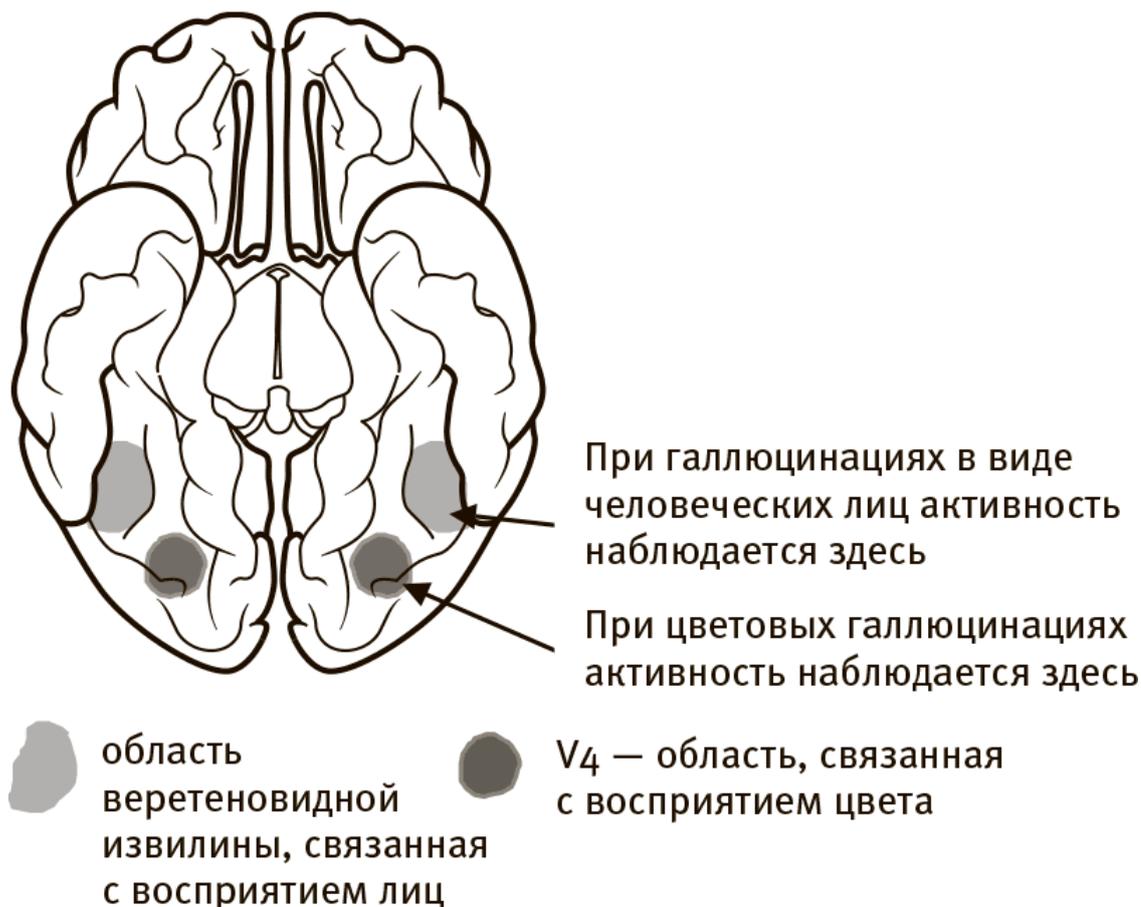


Рис. 1.6. Спонтанная активность мозга, связанная со слепотой (синдром Шарля Бонне) вызывает зрительные галлюцинации

Характер этих галлюцинаций зависит от того, в каком участке мозга наблюдается активность. Мозг показан снизу.

Отчетливые слуховые и зрительные галлюцинации бывают примерно у 10 % пожилых людей, страдающих от тяжелых форм потери слуха или зрения. Зрительные галлюцинации, возникающие при синдроме Шарля Бонне³⁶, часто представляют собой лишь разноцветные пятна или узоры. Люди, страдающие этим синдромом, видят тончайшие сетки из золотой проволоки, овалы, заполненные узором, похожим на кирпичную кладку, или фейерверки из ярких разноцветных взрывов. Иногда галлюцинации принимают вид человеческих лиц или фигур. Эти лица обычно кривые и уродливые, с выступающими глазами и зубами. Фигуры людей, о которых рассказывают пациенты, обычно маленькие, в шляпах или костюмах определенной эпохи.

Видны головы мужчин и женщин XVII века, с приятными густыми волосами. Наверное, парики. Все смотрят крайне неодобрительно. Никогда не улыбаются.

Доминик Ффитч и его коллеги из Института психиатрии сканировали во время подобных галлюцинаций мозг людей, страдающих синдромом Шарля Бонне. Непосредственно перед тем, как человек видел перед собой чьи-то лица, у него начинала увеличиваться активность области, связанной с восприятием лиц. Точно так же активность в области, связанной с вос-

³⁶ Швейцарский философ *Шарль Бонне* первым описал связанные с расстройством зрения зрительные галлюцинации, которые испытывал его дед. Впоследствии у него самого развился тот же синдром. — *Примеч. авт.*

приятием цвета, начинала увеличиваться непосредственно перед тем, как испытуемый сообщал, что видит цветное пятно.

Как мозговая активность создает ложные знания

В настоящее время есть уже немало исследований, демонстрирующих, что активность мозга может создавать ложный опыт, касающийся происходящих в окружающем мире событий. Один из примеров такого опыта связан с эпилепсией. На каждые 200 человек в среднем приходится один, страдающий эпилепсией. Эта болезнь связана с расстройством работы мозга, в результате которого электрическая активность большого числа нейронов время от времени выходит из-под контроля, вызывая приступ (припадок). Во многих случаях развитие припадка вызывается активацией определенного участка мозга, в котором иногда можно выделить небольшую поврежденную область. Неуправляемая активация нейронов начинается именно в этом участке, а затем распространяется по всему мозгу.

Непосредственно перед припадком многие эпилептики начинают испытывать странное ощущение, известное под названием «аура». Эпилептики быстро запоминают, какую именно форму принимает их аура, и, когда наступает это состояние, знают, что вскоре начнется припадок. Разные эпилептики при этом испытывают разные ощущения. Для одного это может быть запах горелой резины. Для другого – звон в ушах. Характер этих ощущений зависит от местоположения области, из которой начинается припадок.

Примерно у 5 % эпилептиков припадок возникает в зрительной зоне коры. Перед самым припадком они видят несложные разноцветные фигуры, иногда вращающиеся или сверкающие. Мы можем получить определенное представление о том, на что похожи эти ощущения, по зарисовкам, сделанным эпилептиками после припадка (см. рис. ЦВЗ на цветной вставке).

Одна пациентка, Кэтрин Майз, подробно описала сложные зрительные галлюцинации, появление которых было связано у нее с припадками, вызванными гриппом. Она испытывала галлюцинации в течение нескольких недель после прекращения этих припадков.

Когда я закрыла глаза во время лекции, передо мной на черном фоне появились мерцающие красные геометрические фигуры³⁷. Вначале я испугалась, но это было так увлекательно, что я продолжала смотреть на них в полном изумлении. Перед моими закрытыми глазами возникали фантастические образы. Неясные круги и прямоугольники сливались, образуя красивые симметричные геометрические фигуры. Эти фигуры постоянно разрастались, вновь и вновь поглощали друг друга и вновь разрастались. Я помню что-то вроде взрыва черных точек в правой части поля зрения. Эти точки на сияющем красном фоне грациозно расплывались в стороны от места их появления. Появились два плоских красных прямоугольника и двинулись в разные стороны. Красный шар на палочке двигался кругами возле этих прямоугольников.

Затем в нижней части поля зрения возникла мерцающая и бегущая красная волна.

У некоторых эпилептиков припадок возникает в слуховой зоне коры, и перед его началом они слышат звуки и голоса.

Пение, музыка, голоса – возможно, голоса, которые я некогда слышал – некоторое время мне казалось, что это какой-то определенный певец –

³⁷ Прием, которым всякий может воспользоваться во время скучной лекции: если сильно прижать костяшки пальцев к закрытым глазам, их давление вызывает активацию нейронов сетчатки, и перед глазами появляются мерцающие и движущиеся фигуры яркого цвета. – *Примеч. авт.*

возможно, Бадди Холли... Становится все громче и громче, и тут я просто отключаюсь.

Иногда во время ауры эпилептики испытывают сложные ощущения, в ходе которых они вновь переживают события прошлого:

Девушка, у которой припадки начались в одиннадцатилетнем возрасте. [В начале припадков] видит саму себя в возрасте семи лет, идущую по заросшему травой полю. Внезапно ей кажется, что кто-то сбирается напасть на нее со спины и начать душить, или ударить по голове, и ее охватывает страх. Этот эпизод повторялся почти без изменений перед каждым припадком и был, очевидно, основан на реальном событии [которое произошло с ней в возрасте семи лет].

Эти наблюдения заставляют предположить, что аномальная нервная деятельность, связанная с эпилептическими припадками, может приводить к возникновению у человека ложных знаний об окружающем мире. Но чтобы убедиться в справедливости этого вывода, нужно провести соответствующий эксперимент, в ходе которого мы будем управлять нервной деятельностью мозга, непосредственно стимулируя его клетки.

При некоторых тяжелых формах эпилепсии избавить человека от припадков можно, только вырезав поврежденный участок мозга. Перед тем как вырезать этот участок, нейрохирург должен убедиться, что его удаление не скажется на какой-либо жизненной функции, например речи. Великий канадский нейрохирург Уайлдер Пенфилд первым провел подобные операции, в ходе которых мозг пациента стимулировали электрическими разрядами, чтобы получить представление о функциях отдельных его участков. Это делается посредством прикладывания электрода к поверхности оголенного мозга и пропускания через мозг очень слабого электрического тока, который вызывает активацию нейронов, расположенных близко к электроду. Эта процедура совершенно безболезненна, и ее можно проводить, когда пациент пребывает в полном сознании.

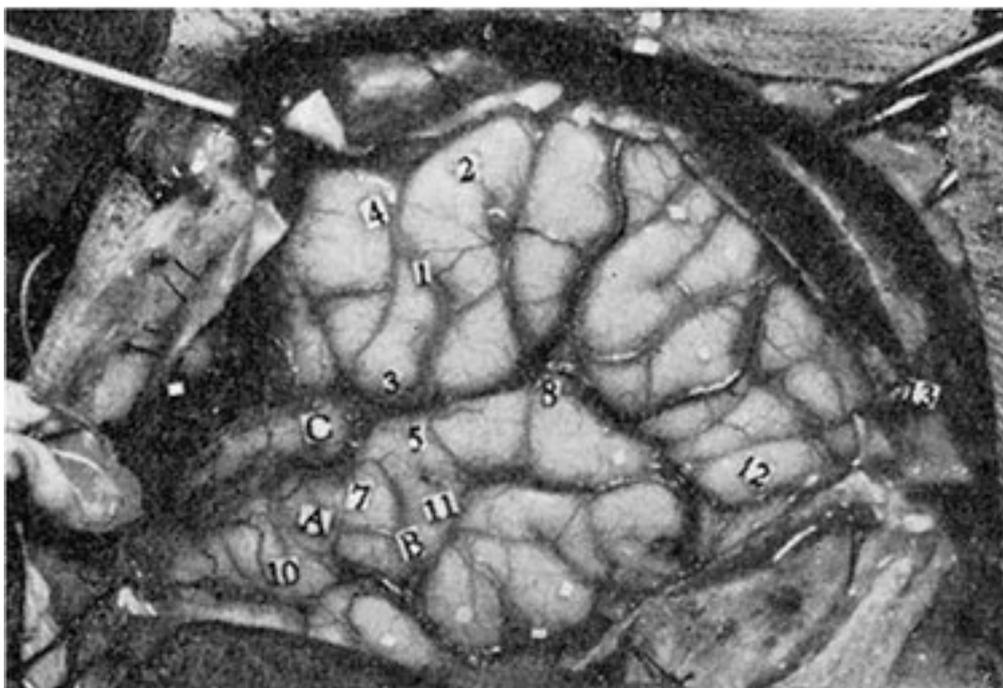


Рис. 1.7. Непосредственная стимуляция мозга вызывает иллюзию реальных ощущений
Вверху – фотография пациента, подготовленного к операции; над левым ухом намечена линия разреза.

Внизу – поверхность мозга с пронумерованными ярлыками, которыми отмечены участки положительных ответов на стимуляцию.

Пациенты, чей мозг стимулируют подобным образом, сообщают об ощущениях, похожих на те, что возникают перед эпилептическими припадками. Характер этих ощущений зависит от того, какой именно участок мозга в данный момент стимулируют.

Пациент 21: “Минуточку. Похоже на фигуру, слева. Кажется, мужчина или женщина. Думаю, это была женщина. Кажется, на ней не было одежды. Казалось, она что-то тащила или бежала за фургоном”.

Пациент 13: “Они что-то говорят, но я не могу разобрать что”. При стимуляции соседнего участка сказал: “Вот, опять начинается. Это вода, по звуку как слив в туалете или как собачий лай. Сперва звук слива, а затем залаяла собака”. При стимуляции третьего, соседнего участка сказал: “Кажется, у меня в ушах звучит музыка. Поет девушка или женщина, но я не знаю эту мелодию. Она доносилась из магнитофона или из приемника”.

Пациентка 15: Когда приложили электрод, сказала: “Мне кажется, что на меня кричат много людей”. После стимуляции соседнего участка сказала: “Ох, все на меня кричат, пусть они перестанут!” Пояснила: “Они орали на меня за то, что я что-то сделала не так, все орали”.

Эти наблюдения подтверждают, что мы можем создавать ложные знания об окружающем мире, непосредственно стимулируя определенные участки мозга. Но у всех этих пациентов мозг был поврежден. Будет ли то же самое наблюдаться и у здоровых людей?

Как заставить наш мозг нас обманывать

Нельзя засовывать электроды в мозг человека без крайней необходимости. Однако во все времена и во всех культурах многие люди чувствовали потребность стимулировать свой мозг различными веществами. Во время подобных стимуляций наш мозг информирует нас не о “реальном” окружающем мире, а о каком-то другом, который, по мнению многих, лучше нашего. Как и любой другой студент, учившийся в шестидесятые годы, я читал книгу Олдоса Хаксли о галлюциногенных препаратах – “Двери восприятия”. Возможно, мое увлечение этой книгой и привело к тому, что я посвятил значительную часть своей последующей научной деятельности изучению галлюцинаций?³⁸

Описывая действие мескалина³⁹, Хаксли писал: “Вот как следует видеть, каковы вещи на самом деле”. Когда он закрывал глаза, поле его зрения оказывалось заполнено “ярко окрашенными, постоянно изменяющимися структурами”. Хаксли также цитирует более подробное описание действия мескалина, сделанное Уиром Митчеллом:

При вхождении в этот мир он увидел множество “звездных точек” и нечто похожее на “осколки цветного стекла”. Потом возникли “нежные парящие пленки цвета”. На смену им пришел “резкий порыв бесчисленных точек белого света”, пронесшийся через поле зрения. Затем появились

³⁸ Наблюдается разительное сходство между галлюцинациями, вызываемыми развитием слепоты у пожилых людей, эпилепсией с очагом в зрительной коре и психотропными средствами, такими как мескалин и ЛСД. Почему эти столь разные факторы оказывают в итоге одинаковое воздействие на мозговую активность? – *Примеч. авт.*

³⁹ Мексиканский кактус (*Lophophora williamsii*) впервые попал в поле зрения западной науки в 1886 году. Корень этого кактуса, известного под названием “пейотль”, играл важную роль в религиозных обрядах древних жителей Мексики и юго-западных районов США. Западные психологи обнаружили, что *мескалин* – действующее начало пейотля – оказывает глубокое воздействие на сознание. Интерес к подобным явлениям разгорелся с новой силой в пятидесятых годах XX века, после того как было химически синтезировано обладающее сходным действием вещество ЛСД и удалось лучше разобраться в том, как эти вещества действуют на мозг. Было распространено мнение, что исследование действия мескалина и ЛСД позволит понять причины развития симптомов шизофрении. Однако этого не произошло. – *Примеч. авт.*

зигзагообразные линии ярких красок, которые как-то превратились в распухающие облака еще более ярких оттенков. Вот возникли строения, затем пейзажи. Там была готическая башня причудливой конструкции, с обветшавшими статуями в дверных проемах или на каменных опорах. “Пока я смотрел, каждый выступающий угол, карниз и даже лицевые стороны камней на стыках начинали постепенно покрываться или унизываться гроздьями того, что казалось огромными драгоценными камнями, но камнями необработанными, так что некоторые походили на массы прозрачных плодов...”⁴⁰

Действие ЛСД может быть очень похожим.

Теперь, понемногу, я начал наслаждаться беспрецедентными цветами и игрой форм, которые продолжали существовать перед моими закрытыми глазами. Калейдоскоп фантастических образов нахлынул на меня; чередующиеся, пестрые, они расходились и сходились кругами и спиралями, взрывались фонтанами цвета, перемешивались и превращались друг в друга в непрерывном потоке.

Когда глаза открыты, облик “реального” мира оказывается странным образом видоизменен.

Окружающий меня мир теперь еще более ужасающе преобразился. Все в комнате вращалось, и знакомые вещи и предметы мебели приобрели гротескную угрожающую форму. Все они были в непрерывном движении, как бы одержимые внутренним беспокойством⁴¹.

⁴⁰ Перевод М. Немцова.

⁴¹ Эффект воздействия ЛСД на психику был обнаружен случайно в 1943 году. Небольшое количество вещества впиталось в пальцы химика Альберта Хофманна в процессе обычного лабораторного синтеза. В течение следующих недель он исследовал действие этого вещества, делая подробные записи, фрагменты которых и процитированы здесь и в предыдущем отрывке. – *Примеч. авт.*

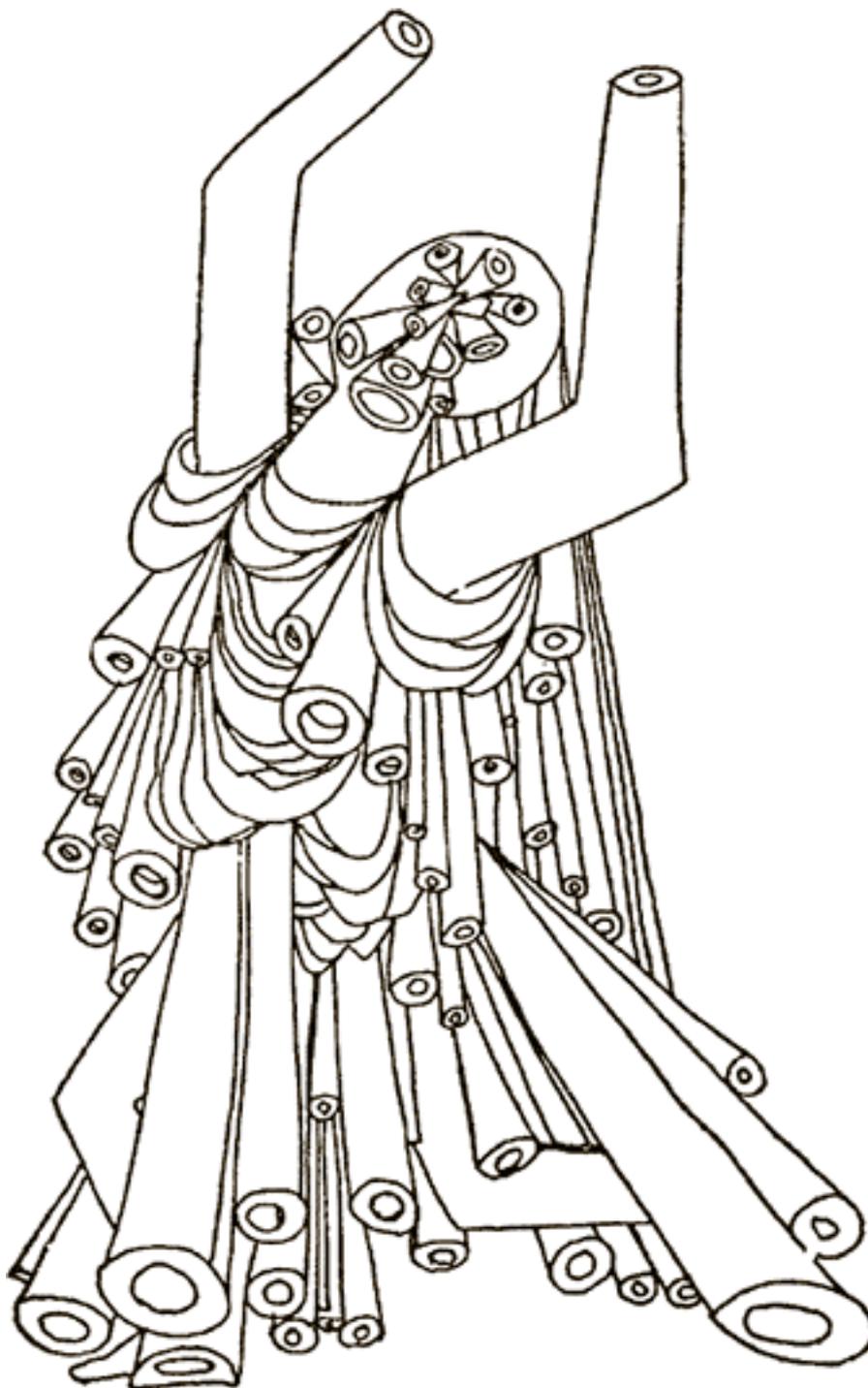


Рис. 1.8. Воздействие, которое психотропные средства могут оказывать на опыт зрительных ощущений

Я увидел, что по всей поверхности моего одеяла движутся разнообразные складки и волны, как будто под ним ползали змеи. Я не мог уследить за отдельными волнами, но мне было отчетливо видно, как они двигались по всему одеялу. Вдруг все эти волны начали на одном участке одеяла собираться вместе⁴².

⁴² Описание эффекта ЛСД из обширного архива библиотеки "Erowid". Erowid.org – онлайн-библиотека сведений по психотропным растениям и химикатам и смежным темам. – *Примеч. авт.*

Проверка опыта на соответствие действительности

Я должен заключить, что если мой мозг поврежден или его работа нарушена электрической стимуляцией или психотропными средствами, то мне следует с большой осторожностью доверять сведениям, которые мое сознание получает об окружающем мире. Какие-то из этих сведений я больше не смогу получать. Какие-то будет получать мой мозг, но я об этом ничего знать не буду. Хуже того, некоторые сведения, которые я получаю, могут оказаться ложными и не иметь никакого отношения к реально существующему материальному миру⁴³.

При столкновении с подобной проблемой моя главная задача должна состоять в том, чтобы научиться отличать истинные ощущения от ложных. Иногда это просто. Если я что-то вижу, когда у меня закрыты глаза, значит, это видения, а не составляющие материального мира. Если я слышу голоса, когда нахожусь один в комнате с хорошей звукоизоляцией, значит, эти голоса, скорее всего, звучат лишь у меня в голове. Я не должен верить таким ощущениям, потому что знаю, что моим органам чувств необходимо контактировать с окружающим миром, чтобы собирать информацию о нем.

Иногда я могу понять, что мне не следует верить своим ощущениям, если они слишком фантастичны, чтобы быть правдой. Если я вижу женщину ростом в несколько дюймов, одетую в платье XVII века и катящую детскую коляску, это явно галлюцинация. Если я вижу ежиков и каких-то маленьких бурых грызунов, ходящих по потолку у меня над головой⁴⁴, я понимаю, что это галлюцинация. Я понимаю, что не должен верить таким ощущениям, потому что в реальном мире такого не бывает.

Но как понять, что мои ощущения ложны, если они совершенно правдоподобны? Та глухая старушка, которая впервые услышала громкую музыку, поначалу думала, что откуда-то действительно доносится музыка, и искала у себя в квартире ее источник. Только после того, как ей ничего не удалось найти, она пришла к выводу, что эта музыка звучит только у нее в голове. Если бы она жила в квартире с тонкими стенками и страдала от шумных соседей, она могла бы прийти к выводу, и вполне логичному, что они снова включили радио на полную громкость⁴⁵.

Откуда мы знаем, что реально, а что нет?

Иногда человек может быть абсолютно уверен в реальности своих ощущений, которые на самом деле ложны.

Великое множество жутких и пугающих *видений и голосов* преследовали меня, и хотя (по моему мнению) сами по себе они *не обладали реальностью*, но мне они *казались таковыми* и производили на меня *совершенно такое же впечатление*, как если бы они *действительно были* тем, чем представлялись.

Приведенный отрывок взят из “Жизнеописания преподобного господина Джорджа Тросса”. Эта книга была написана самим Джорджем Троссом и опубликована по его заказу в 1714 году, вскоре после его смерти. Описанные впечатления были испытаны им намного

⁴³ Я считаю, что материальный мир существует. – *Примеч. авт.*

⁴⁴ Один пятидесятичетырехлетний директор компании обратился к врачу с жалобой на мучительные головные боли. Томография мозга выявила травму в области зрительной коры левого полушария. В течение следующих нескольких дней у него были зрительные галлюцинации, которые длились часами и выражались в том, что он видел ежиков и маленьких бурых грызунов, ходивших по потолку у него над головой. Эти галлюцинации особенно часто начинались в то время, когда ему хотелось спать. Он находил их любопытными и забавными. – *Примеч. авт.*

⁴⁵ Исследования показали, что пожилые, слабослышащие люди чаще других страдают манией преследования. – *Примеч. авт.*

раньше, когда ему было 20 с небольшим лет. Вспоминая их впоследствии, господин Тросс понимал, что этих голосов в действительности не было, но в то время, когда он страдал этой болезнью, он был совершенно уверен в их реальности.

Я слышал голос, как мне представлялось, прямо у меня из-за спины, говоривший *Еще больше смирения... Еще больше смирения...* довольно продолжительно. <...> В согласии с ним, далее я снял *чулки*, затем *штаны*, затем *камзол*, и пока я так разоблачался, у меня было сильное внутреннее чувство, что я всё делаю правильно и в полном согласии с замыслом голоса.

В наши дни человеку, рассказавшему о подобных ощущениях, поставили бы диагноз “шизофрения”. Нам по-прежнему не удалось разобраться, в чем причина этого заболевания. Но что поразительно, шизофреники, испытывая подобные ложные ощущения, твердо верят в их реальность. Они прикладывают немало интеллектуальных усилий, чтобы объяснить, каким образом подобные, очевидно, невозможные вещи могут существовать в действительности.

В сороковых годах XX века Перси Кинг был уверен, что на улицах Нью-Йорка его преследует группа молодых людей.

Я нигде не мог их увидеть. Я слышал, как одна из них, женщина, сказала: “Тебе от нас не уйти: мы тебя подкараулим и рано или поздно до тебя доберемся!” Загадка усугублялась тем, что один из этих “преследователей” вслух повторял мои мысли дословно. Я пытался оторваться от них, как раньше, но на этот раз я попытался сделать это с помощью метро, забегая на станции и выбегая наружу, запрыгивая в поезда и выпрыгивая из них, до первого часа ночи. Но на всякой станции, где я сходил с поезда, я слышал их голоса близко, как никогда. Я задумался: как могло такое множество преследователей так быстро гоняться за мной, не попадаясь мне на глаза?

Не веривший ни в черта, ни в бога, Кинг нашел своему опыту объяснение, связанное с современными технологиями.

Может быть, это были призраки? Или это у меня развивались способности медиума? Нет! Среди этих преследователей, как я впоследствии постепенно выяснил посредством дедукции, были, очевидно, несколько братьев, и сестер, унаследовавших от одного из своих родителей некие поразительные, небывалые, совершенно немыслимые оккультные способности. Хотите верьте, хотите нет, но некоторые из них не только могли читать чужие мысли, но также могли передавать свои магнетические голоса – здесь их обычно называют “радиоголосами” – на расстояние нескольких миль, не повышая голоса и не прилагая заметных усилий, и их голоса звучали на этом расстоянии так, будто они раздавались из наушников радиоприемника, причем это делалось без использования электрических устройств. Эта уникальная оккультная способность передавать свои “радиоголоса” на такие большие расстояния, похоже, обеспечивается их естественным, телесным электричеством, которого у них во много раз больше, чем у нормальных людей. Возможно, железо, содержащееся в их красных кровяных тельцах, намагничено. Вибрации их голосовых связок [sic!], очевидно, генерируют беспроводные волны, и эти голосовые радиоволны человеческое ухо улавливает без выпрямления. В результате, в сочетании с их телепатическими способностями, они способны поддерживать разговор с невысказанными мыслями другого человека и затем посредством так называемых “радиоголосов” отвечать на эти мысли вслух, так что этот человек

может их слышать. <...> Эти преследователи также способны передавать свои магнетические голоса по водопроводным трубам, используя их как электрические проводники, говоря, прижавшись к трубе, так что кажется, будто голос говорящего раздается из воды, вытекающей из крана, связанного с этой трубой. Один из них способен заставить свой голос греметь по большим водопроводным магистралям на протяжении миль – поистине потрясающий феномен. Большинство людей не решаются говорить о таких вещах их сообщникам, чтобы их не приняли за сумасшедших.

К сожалению, Кинг сам не готов был следовать своему совету. Он знал, что “люди, у которых бывают слуховые галлюцинации, слышат воображаемые вещи”. Но он был убежден, что голоса, которые слышал он сам, были реальны и не были порождением галлюцинаций. Он считал, что открыл “величайшие из наблюдаемых психологических феноменов”, и рассказывал об этом другим. Но, несмотря на всю изобретательность, с которой он объяснял реальность этих голосов, ему не удалось убедить в своей правоте психиатров. Его держали в психиатрической больнице.

Кинг и многие подобные ему люди убеждены, что чувства их не обманывают. Если то, что они ощущают, кажется невероятным или невозможным, они готовы скорее изменить свои представления об окружающем мире, чем отказать в реальности своим ощущениям⁴⁶.

Но у галлюцинаций, связанных с шизофренией, есть одна очень интересная особенность. Это не просто ложные ощущения, касающиеся материального мира. Шизофреники не просто видят какие-то цвета и слышат какие-то звуки. Их галлюцинации сами касаются явлений психики. Они слышат голоса, которые комментируют их действия, дают советы и отдают приказания. Наш мозг способен формировать ложные внутренние миры других людей⁴⁷.

Итак, если с моим мозгом что-то случится, мое восприятие мира уже нельзя будет принимать за чистую монету. Мозг может создавать отчетливые ощущения, не имеющие никакого отношения к действительности. Эти ощущения отражают несуществующие вещи, но человек может быть совершенно уверен, что они существуют.

“Да, но с моим-то мозгом всё в порядке, – говорит профессор английского языка. – Я знаю, что правда, а что нет”.

В этой главе показано, что поврежденный мозг не только затрудняет восприятие окружающего мира. Он может также создавать ощущение восприятия того, чего на самом деле нет. Но и нам с вами не стоит заирать нос. Как мы убедимся из следующей главы, даже если наш мозг в порядке и работает совершенно нормально, он всё равно может говорить нам неправду об окружающем мире.

⁴⁶ Психолог Питер Чедуик сам страдал шизофренией и впоследствии описал перенесенное им тяжелое состояние. На каком-то этапе своей жизни он почувствовал, “что должен найти разумное объяснение, хотя бы какое-то, всем этим невысказанным совпадениям. Мне удалось это сделать, в корне пересмотрев свои представления о реальности”. – *Примеч. авт.*

⁴⁷ Сколько я себя помню, меня всегда увлекали подобные ложные ощущения и ложные представления о мире. Действительно ли они ложны? Или, может быть, где-то там существует иной, параллельный мир, который для меня не вполне доступен? Мне бы хотелось, чтобы эта книга была похожа на рассказы о Шерлоке Холмсе, где происходящее поначалу кажется сверхъестественным, а в конце получает убедительное рациональное объяснение. – *Примеч. авт.*

2. Что говорит нам о мире здоровый мозг

Даже если все органы чувств у нас в порядке и мозг работает нормально, мы все же не имеем непосредственного доступа к материальному миру. Может быть, нам и кажется, что мы непосредственно воспринимаем окружающий мир, но это иллюзия, создаваемая нашим мозгом.

Иллюзия полноты восприятия

Представим себе, что я завязал вам глаза и привел в незнакомую комнату. Затем я снимаю с ваших глаз повязку, и вы осматриваетесь по сторонам. Даже в том необычном случае, если в одном углу комнаты будет слон, а в другом – швейная машинка, вы сразу получите представление о том, что находится в этой комнате. Вам не придется ни задумываться, ни прикладывать усилий, чтобы получить это представление.

В первой половине XIX века человеческая способность легко и быстро воспринимать окружающий мир находилась в полном согласии с представлениями того времени о работе мозга. Уже было известно, что нервная система состоит из нервных волокон, по которым передаются электрические сигналы⁴⁸. Было известно, что электрическая энергия может переноситься очень быстро (со скоростью света), а значит, наше восприятие окружающего мира с помощью нервных волокон, идущих от наших глаз, вполне могло быть почти мгновенным. Профессор, у которого учился Герман Гельмгольц, говорил ему, что измерить скорость распространения сигналов по нервам невозможно. Считалось, что эта скорость слишком велика. Но Гельмгольц, как и подобает хорошему студенту, пренебрег этим советом. В 1852 году ему удалось измерить скорость распространения нервных сигналов и показать, что эта скорость сравнительно невелика. По отросткам чувствительных нейронов нервный импульс распространяется на 1 метр примерно за 20 миллисекунд. Гельмгольц также измерил “время восприятия”: он просил испытуемых нажимать на кнопку, как только они почувствуют прикосновение к той или иной части тела. Оказалось, что это требует еще больше времени, более 100 миллисекунд. Эти наблюдения показали, что мы воспринимаем объекты окружающего мира не мгновенно. Гельмгольц понял, что прежде, чем какой-либо объект окружающего мира отобразится в сознании, в мозгу должен пройти целый ряд процессов. Он выдвинул идею о том, что наше восприятие окружающего мира не непосредственно, а зависит от “неосознанных умозаключений”⁴⁹. Иными словами, прежде чем мы воспримем какой-либо объект, мозг должен заключить, что это может быть за объект, на основании информации, поступающей от органов чувств.

Нам не только кажется, что мы воспринимаем мир мгновенно и без усилий, нам также кажется, что мы видим все поле зрения отчетливо и в подробностях. Это тоже иллюзия. Мы видим в подробностях и в цвете только центральную часть поля зрения, свет от которой попадает в центр сетчатки. Это связано с тем, что только в центре сетчатки (в области централь-

⁴⁸ Гальвани открыл электрическую природу взаимодействия нервов и мышц в 1791 году. В 1826 году Иоганн Петер Мюллер выдвинул теорию “особой нервной энергии”. Согласно этой теории различные нервы (зрительные, слуховые и т. д.) передают своего рода “код”, по которому мозг определяет происхождение поступающих по ним сигналов. – *Примеч. авт.*

⁴⁹ Концепция неосознанных умозаключений была непопулярна. В ней видели угрозу основам нравственности, ведь если умозаключения происходят неосознанно, то никого нельзя винить в их результатах. Впоследствии Гельмгольц перестал использовать термин “неосознанные умозаключения”, “чтобы избежать путаницы с идеей, которая казалась мне совершенно невразумительной и необоснованной и которую тем же термином обозначали Шопенгауэр и его последователи” (например, Фрейд). Герман Гельмгольц (1821–1894) был одним из величайших ученых XIX века. Он внес существенный вклад в развитие физики, физиологии и медицины. В 1882 году за его заслуги ему было пожаловано дворянское звание, и он стал называться фон Гельмгольц. – *Примеч. авт.*

ной ямки) имеются плотно упакованные светочувствительные нейроны (колбочки). Под углом около 10° от центра светочувствительные нейроны (палочки) расположены уже не так тесно и различают только цвет и тень. По краям поля зрения мы видим мир размытым и бесцветным.

В норме мы не осознаём этой размытости нашего поля зрения. Наши глаза пребывают в постоянном движении, так что любая часть поля зрения может оказаться в центре, где она будет видна в подробностях. Но даже когда мы думаем, что осмотрели все, что есть в поле зрения, мы по-прежнему находимся в плену иллюзии. В 1997 году Рон Ренсинк и его коллеги описали “слепоту к изменениям” (change blindness), и с тех пор это явление стало у всех, кто занимается когнитивной психологией, излюбленным предметом для демонстраций на днях открытых дверей.

雪晃轉馨
晴照鏡芳
如似金玉
耀花憐上
月梅可庭

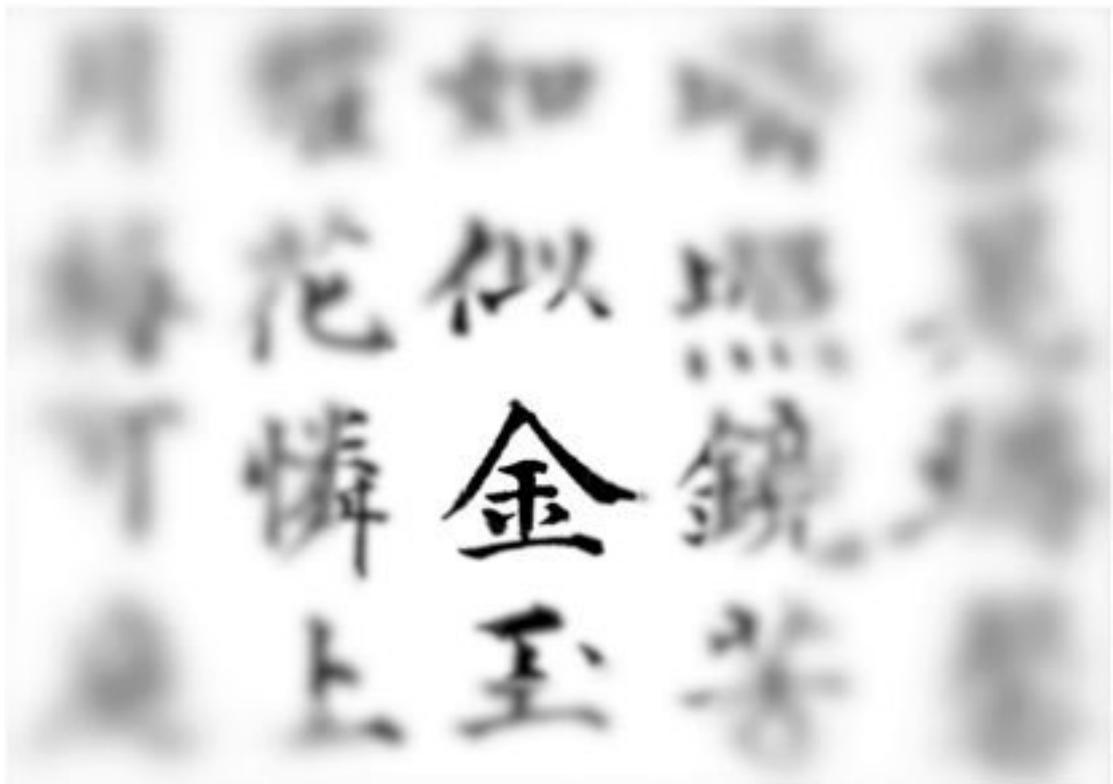


Рис. 2.1. В нашем поле зрения всё, кроме центрального участка, размыто
Вверху – кажущееся видимое изображение.
Внизу – реальное видимое изображение.

Проблема психологов состоит в том, что каждый человек что-то знает о предмете нашей науки из личного опыта. Мне бы и в голову не пришло объяснять кому-то, кто занимается молекулярной генетикой или ядерной физикой, как им интерпретировать их данные, но они преспокойно объясняют мне, как мне интерпретировать мои. Слепота к изменению так нравится нам, психологам, потому что с ее помощью мы можем продемонстрировать людям, что их личный опыт обманчив. Мы знаем об их сознании что-то такое, чего сами они не знают.

Профессор английского языка пришла на день открытых дверей нашего отделения и героически старается не подать виду, что ей скучно. Я демонстрирую ей явление слепоты к изменению.

Демонстрация включает два варианта сложной картинке, между которыми есть одно отличие. В данном случае это фотография военно-транспортного самолета, стоящего в аэропорту на взлетно-посадочной полосе. В одном из вариантов у самолета не хватает одного двигателя. Он расположен в самом центре снимка и занимает много места. Я показываю эти картинки одну за другой на экране компьютера (причем, и это принципиально, в промежутке между ними показываю однородный серый экран). Профессор английского языка не видит никаких отличий. По истечении минуты я показываю отличие на экране, и оно становится до обидного очевидным⁵⁰.

“Вполне забавно. Но при чем тут наука?”

Эта демонстрация показывает, что мы быстро схватываем суть наблюдаемой картины: *военно-транспортный самолет на взлетно-посадочной полосе*. Но на деле мы не держим в голове всех ее деталей. Чтобы испытуемый заметил изменение одной из этих деталей, я должен привлечь его внимание к ней (“Посмотрите на двигатель!”). В противном случае ему не удастся найти меняющуюся деталь до тех пор, пока он случайно не будет смотреть на нее в тот момент, когда картинка сменится. Именно так в этом психологическом фокусе и возникает слепота к изменениям. Вы не знаете, где именно происходит изменение, и поэтому не замечаете его.

В реальной жизни наше периферическое зрение, хотя и дает нам размытую картину мира, очень чувствительно к изменениям. Если мозг замечает движение на краю поля зрения, глаза немедленно поворачиваются в эту сторону, позволяя рассмотреть это место. Но в опыте, демонстрирующем слепоту к изменениям, в промежутке между картинками испытуемый видит пустой серый экран. При этом вся видимая картина сильно меняется, так как поверхность экрана была разноцветной, а становится полностью серой.

⁵⁰ Теперь я, разумеется, лишил вас возможности испытать эту демонстрацию на себе. Чтобы увидеть этот эффект, проверьте его на ком-нибудь из своих друзей, кто об этом не знает (или найдите другой пример). Это явление сложно проиллюстрировать в книге, но на сайтах многих психологов оно демонстрируется (см., например, <http://people.usd.edu/~schieber/coglab/Rensink.html>, где показан тот самый пример с самолетом). – *Примеч. авт.*



Рис. 2.2. Слепота к изменениям

Как быстро вам удастся найти отличие между этими двумя картинками?

Итак, мы должны прийти к выводу, что наше ощущение мгновенного и полного восприятия всего, что есть у нас в поле зрения, ложно. Восприятие происходит с небольшой задержкой, во время которой мозг производит “неосознанные умозаключения”, которые дают нам представление о сути наблюдаемой картины. Кроме того, многие части этой картины остаются размытыми и видны не во всех подробностях. Но наш мозг знает, что наблюдаемые предметы не размыты, а также знает, что движения глаз могут в любой момент показать любую часть поля зрения резко и отчетливо. Таким образом, кажущаяся нам подробная видимая картина мира отражает лишь то, что мы потенциально можем рассмотреть в подробностях, а не то, что уже отображено в подробностях у нас в мозгу. Непосредственности нашего контакта с материальным миром хватает для практических целей. Но этот контакт зависит от нашего мозга, а наш мозг, даже вполне здоровый, далеко не всегда рассказывает нам все, что знает.

Наш скрытный мозг

Может ли быть, что в опыте, демонстрирующем слепоту к изменениям, нашему мозгу все же видны изменения, происходящие на картинке, несмотря на то что сознанию они не видны? До недавнего времени на этот вопрос было очень сложно ответить. Давайте на минуту отвлечемся от мозга и зададимся вопросом, может ли на нас воздействовать что-либо, что мы видели, но не осознаём этого. В шестидесятых годах такое явление называли подпороговым восприятием (*subliminal perception*), и психологи сильно сомневались в его существовании. С одной стороны, многие люди считали, что рекламщики могут ввести в фильм скрытое послание, которое заставит нас, например, чаще покупать тот или иной напиток, не осознавая, что нами манипулируют⁵¹. С другой стороны, многие психологи считали, что никакого подпорогового восприятия не существует. Они утверждали, что при правильно поставленном эксперименте эффект будет наблюдаться лишь в том случае, если испытуемые осознавали то, что видели. С тех пор было поставлено множество экспериментов и не было получено никаких доказательств, что неосознанно воспринимаемая реклама, скрытая в фильмах, может заставить нас чаще покупать какой-либо напиток. Тем не менее было показано, что некоторые неосознанно воспринимаемые объекты могут оказывать небольшое воздействие на наше поведение. Но продемонстрировать это воздействие сложно. Чтобы убедиться, что испытуемый не осознал, что видел некоторый объект, его показывают очень быстро и “маскируют” это, сразу после этого показывая другой объект на том же самом месте.

В качестве демонстрируемых объектов обычно используют слова или картинки на экране компьютера. Если продолжительность демонстрации первого объекта достаточно мала, испытуемый видит только второй объект, но если она слишком мала, то никакого эффекта не будет. Первый объект необходимо демонстрировать в течение строго определенного времени. Как же измерить воздействие объектов, которые испытуемый видит, но не осознает этого? Если просить испытуемого угадать какие-то свойства объекта, которого он не видел, такая просьба покажется ему странной. Он будет изо всех сил стараться разглядеть мелькающее на мгновение изображение. После ряда попыток это может и получиться.

⁵¹ В 1957 году Джеймс Вайкери заявил, что внедрил в фильм “Пикник” два фрагмента рекламного текста: “Ешьте попкорн!” и “Пейте кока-колу!”. Этот текст демонстрировался в ходе фильма неоднократно, но так быстро, что никто из зрителей его не замечал. Вайкери утверждал, что за шесть недель продажи попкорна выросли на 58 %, а продажи кока-колы – на 18 %. Никаких доказательств, которые подтвердили бы это заявление, предъявлено не было, а в 1962 году Вайкери признался, что всё это выдумал. Тем не менее его сообщение легло в основу многих популярных книг под такими заголовками, как “Обо-льщение на подсознательном уровне”. – *Примеч. авт.*

Вся соль в том, чтобы результат воздействия сохранялся после демонстрации объекта⁵². Удастся ли отследить этот результат, зависит от задаваемых вопросов. Роберт Зайонц показывал испытуемым серию незнакомых лиц, каждое из которых было замаскировано сплетением линий, так что испытуемые не осознавали, что видят лица. Затем он показывал каждое из этих лиц еще раз, рядом с другим, новым лицом. Когда он спрашивал: “Угадайте, какое из этих лиц я вам только что показывал?” – испытуемые угадывали не чаще, чем ошибались. Но когда он спрашивал: “Какое из этих лиц вам больше нравится?” – они чаще выбирали именно то лицо, которое только что видели неосознанно.

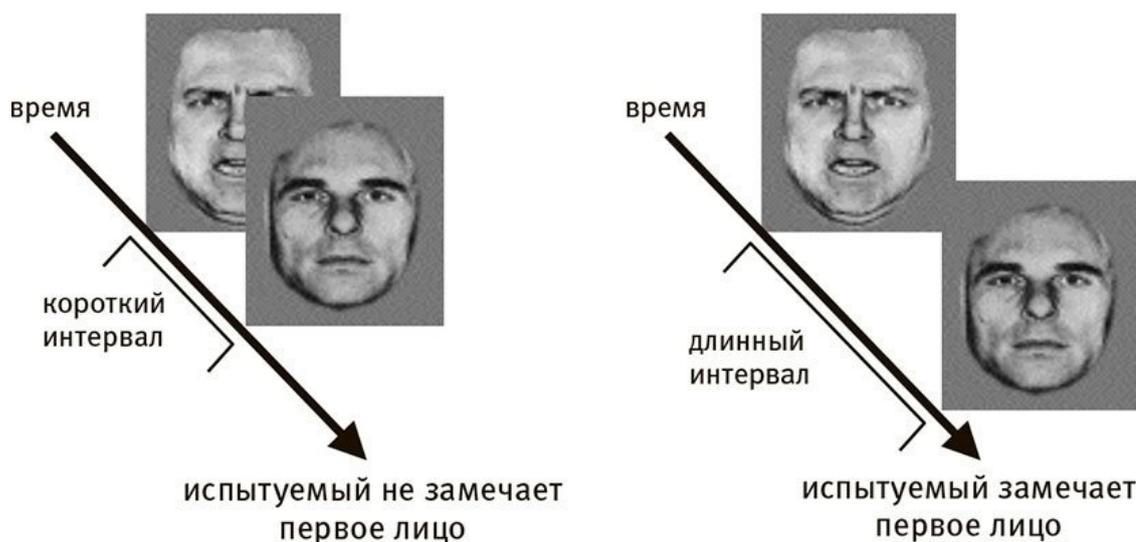


Рис. 2.3. Маскировка изображений

На экране демонстрируются два лица, одно за другим. Если интервал между первым лицом и вторым меньше, чем приблизительно 40 миллисекунд, испытуемый не осознаёт, что видел первое лицо.

Когда появились томографы для сканирования мозга, исследователи получили возможность задаться несколько иным вопросом о подпороговом восприятии: “Вызывает ли объект изменения в нашей мозговой активности, даже если мы не осознаём, что видим его?” Ответить на этот вопрос намного проще, потому что для этого не требуется получать от испытуемого никаких ответов об объектах, которых он не видел. Достаточно просто наблюдать за его мозгом. Пол Уэйлен и его коллеги использовали в качестве такого объекта испуганное лицо.

Джон Моррис и его коллеги еще раньше установили, что если показывать человеку изображения лиц с испуганным выражением (в отличие от радостного или спокойного), у него усиливается активность миндалевидного тела – небольшого участка мозга, по-видимому связанного с отслеживанием опасных ситуаций. Уэйлен и его коллеги провели похожие эксперименты, но на этот раз изображения испуганных лиц воспринимались лишь на подпороговом уровне. В одних случаях испытуемым сразу после испуганного лица показывали спокойное. В других случаях спокойному лицу предшествовало радостное. В обоих случаях люди говорили, что видели только спокойное лицо. Но когда спокойному лицу предшествовало испуганное, в миндалевидном теле наблюдалось усиление активности, несмотря на то что испытуемый не осознавал, что видел испуганное лицо.

⁵² Классические исследования по этой теме были проведены в 1970 году британским психологом Энтони Марселом. Он показал, что демонстрируемое слово (например, “медсестра”) может способствовать восприятию следующего слова, связанного по значению с предыдущим (например, “врач”), даже если человек не осознаёт, что видел первое слово. Многие последующие исследования подтвердили этот вывод. – *Примеч. авт.*

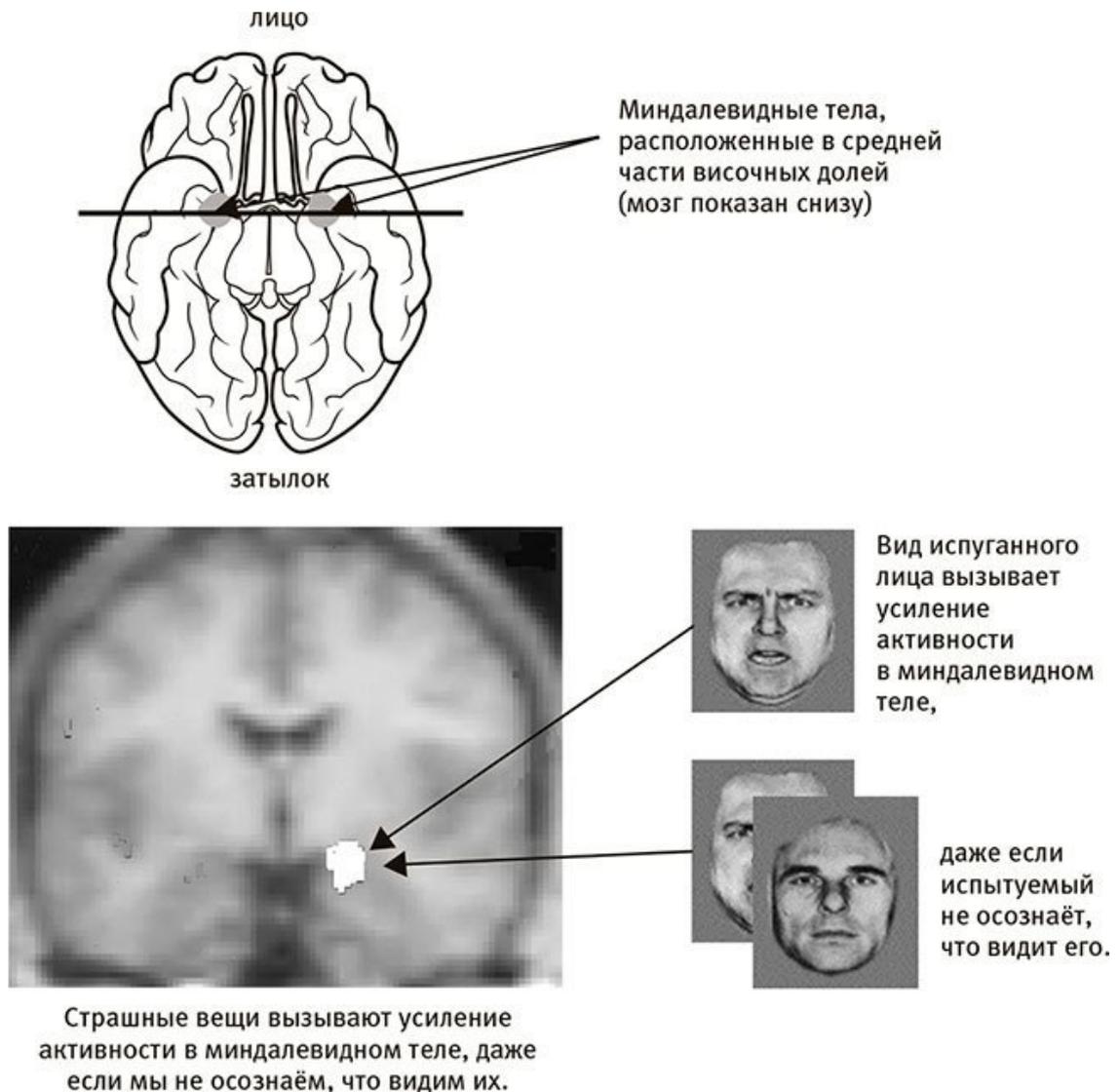
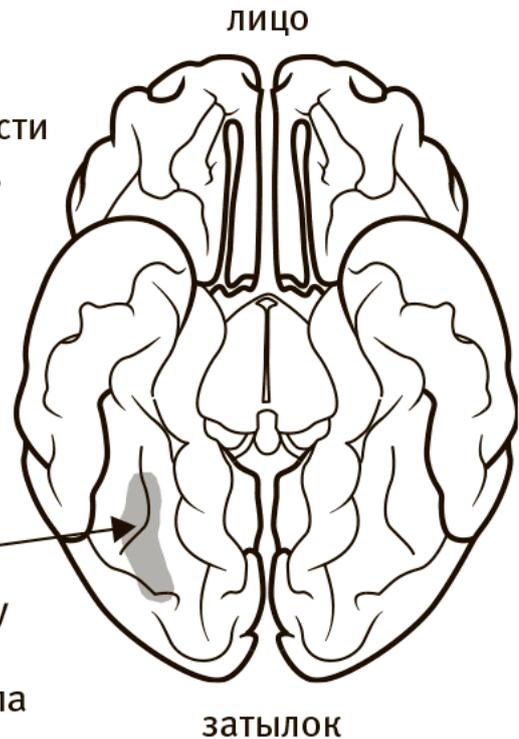


Рис. 2.4. Наш мозг реагирует на страшные вещи, которые мы видели, не осознавая этого

Диана Бек и ее коллеги также использовали в качестве объектов лица, но за основу экспериментов они взяли демонстрацию слепоты к изменениям. В некоторых случаях лицо одного человека сменялось на лицо другого. В других случаях лицо оставалось прежним. Эксперимент был поставлен таким образом, что испытуемые замечали изменения лишь примерно в половине тех случаев, когда эти изменения происходили. Испытуемые не чувствовали никакой разницы между случаями, когда никаких изменений не было и когда происходили изменения, которых они не замечали. Но их мозг чувствовал эту разницу. В тех случаях, когда изображение лица менялось на другое, наблюдалось усиление активности в области мозга, связанной с восприятием лиц.

Итак, наш мозг рассказывает нам не всё, что знает. Но он и не на такое способен: иногда он активно вводит нас в заблуждение...

Мозг (вид снизу) и положение области височной доли правого полушария, связанной с распознаванием лиц.



Эта область реагирует на замену одного лица другим, даже если мы и не осознаём, что произошла замена.

Рис. 2.5. Наш мозг реагирует на изменения, которые мы видим, но не осознаём

Источники: Перерисовано по материалам статьи: Beck, D.M., Rees, G., Frith, C.D., & Lavie, N. (2001). Neural correlates of change detection and change blindness. *Nature Neuroscience*, 4(6), 645–656.

Наш неадекватный мозг

До открытия слепоты к изменениям любимым фокусом психологов были зрительные иллюзии (обманы зрения). Они тоже позволяют без труда демонстрировать, что мы видим не всегда то, что есть на самом деле. Большинство подобных иллюзий известны психологам уже больше ста лет, а художникам и архитекторам – намного дольше.

Вот один из простых примеров: иллюзия Геринга.

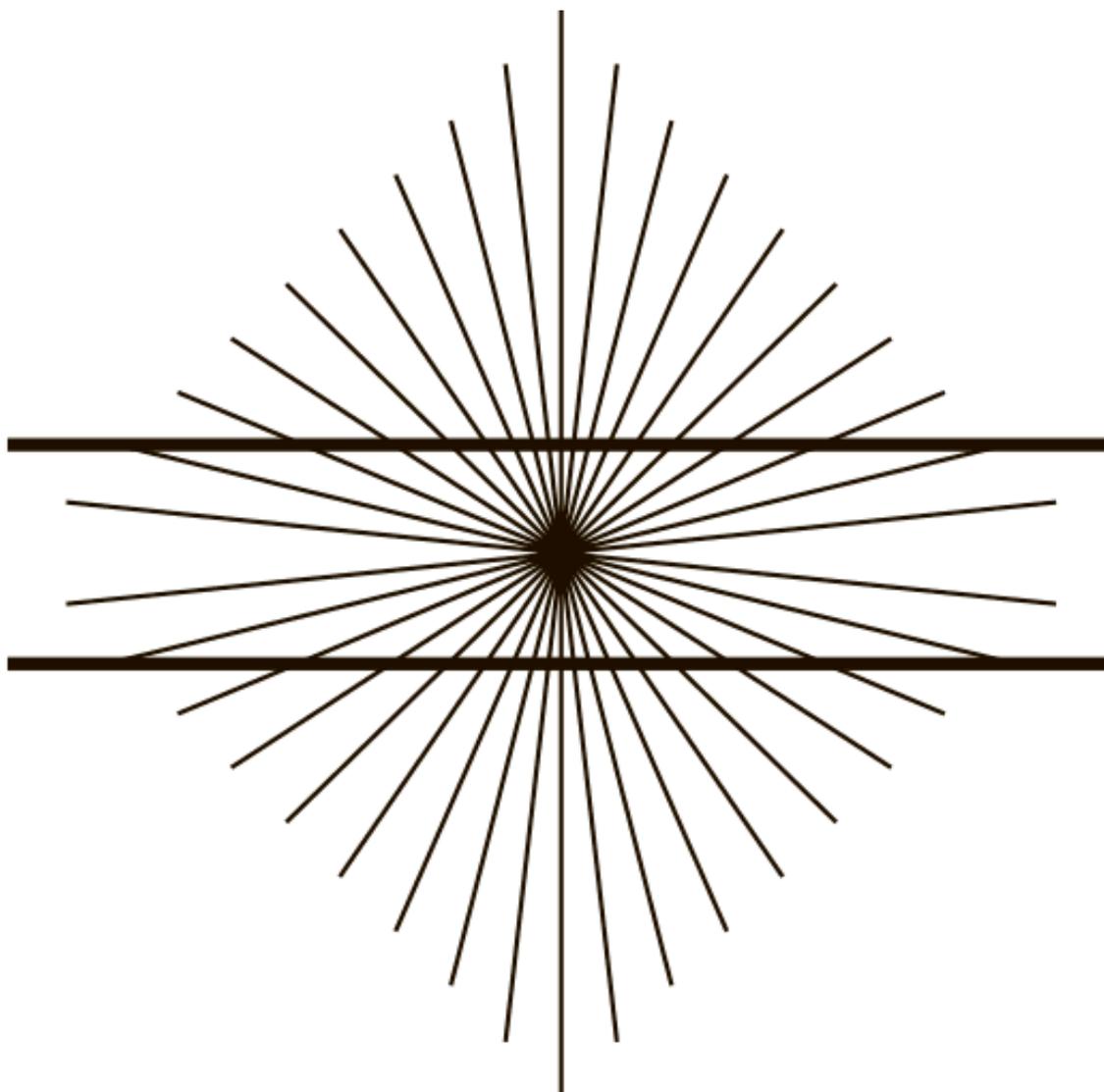


Рис. 2.6. Иллюзия Геринга

Даже если мы знаем, что две горизонтальные линии на самом деле прямые, нам они кажутся дуговидно изогнутыми. Эвальд Геринг, 1861 г.

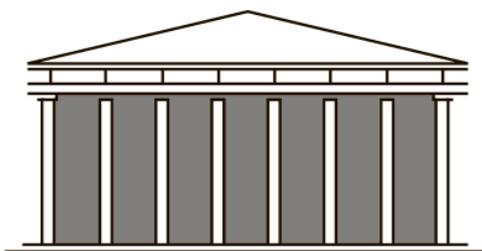
Горизонтальные линии кажутся явственно изогнутыми. Но если вы приложите к ним линейку, вы убедитесь, что они абсолютно прямые. Существует и много других подобных иллюзий, в которых прямые линии кажутся изогнутыми или объекты одного и того же размера кажутся разными по размеру. В иллюзии Геринга фон, по которому проходят линии, каким-то образом мешает нам увидеть их такими, какие они есть на самом деле. Примеры такого искаженного восприятия можно найти не только на страницах учебников психологии. Они встречаются и в объектах материального мира. Самый известный пример – Парфенон в Афинах. Красота этого здания заключена в идеальных пропорциях и симметрии прямых и параллельных линий его очертаний. Но в действительности эти линии и не прямые, и не параллельные. Архитекторы ввели в пропорции Парфенона изгибы и искажения, рассчитанные так, чтобы здание выглядело прямым и строго симметричным⁵³.

⁵³ В 1846 году Общество дилетантов (Society of Dilettanti) направило Фрэнсиса Пенроуза в Грецию, чтобы измерить Парфенон и проверить теорию Джона Пеннеторна о том, что в зданиях времен расцвета древнегреческой архитектуры линии, которые кажутся прямыми и параллельными, обычно изогнуты или расположены под углом, потому что только так можно добиться оптического эффекта прямой линии. Сразу же по возвращении в Англию в 1847 году Пенроуз опубликовал первый

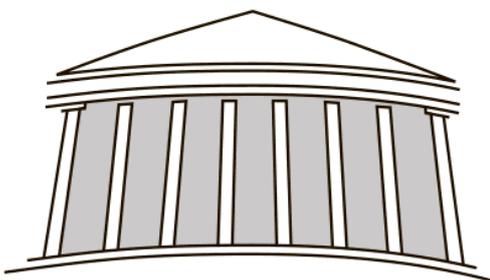
Для меня самое поразительное в этих иллюзиях – это то, что мой мозг продолжает поставлять мне ложные сведения даже тогда, когда я знаю, что эти сведения ложны, и даже когда я знаю, как на самом деле выглядят эти объекты. Я не могу заставить себя увидеть линии в иллюзии Геринга прямыми. “Поправки” в пропорциях Парфенона по-прежнему работают, по истечении двух с лишним тысяч лет.

Комната Эймса – еще более поразительный пример того, как мало наши знания могут влиять на наше видение окружающего мира.

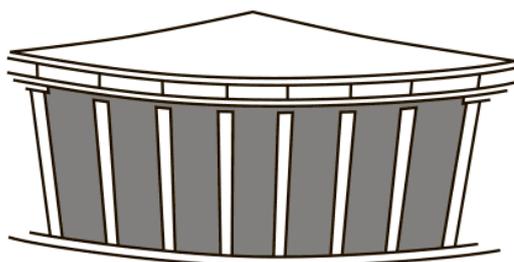
Я знаю, что все эти люди на самом деле одного роста. Тот, что слева, кажется маленьким потому, что стоит дальше от нас. Комната в действительности не прямоугольная. Левый край задней стенки намного дальше от нас, чем правый край. Пропорции окон в задней стенке искажены таким образом, чтобы они казались прямоугольными (как Парфенон). И все же мой мозг предпочитает воспринимать это как прямоугольную комнату, в которой находятся три человека до невозможности разного роста, нежели как построенную кем-то комнату необычной формы, в которой находятся три человека нормального роста.



Парфенон, каким он выглядит



Парфенон, какой он есть



Парфенон, каким он выглядел бы, если бы был построен без поправок на иллюзии

Рис. 2.7. Совершенство облика Парфенона – результат оптического обмана

Схемы, основанные на выводах Джона Пеннеторна (Pennethorne, 1844); отклонения сильно преувеличены.

Можно сказать по крайней мере одну вещь в оправдание моего мозга. Вид комнаты Эймса действительно допускает двойное толкование. То, что мы видим, это или три необычных человека в обычной прямоугольной комнате, или три нормальных человека в комнате странной

результат своего исследования – статью, озаглавленную “Аномалии в конструкции Парфенона”, в которой он показал, что линии стилобата Парфенона дуговидно изогнуты. – *Примеч. авт.* (В древнегреческих храмах стилобат – верхняя поверхность ступенчатого основания, на котором стоит колоннада. – *Примеч. перев.*)

формы. Трактовка этой картины, которую выбирает мой мозг, быть может, неправдоподобна, но это, по крайней мере, возможная трактовка.

“Но единственно правильной трактовки нет и быть не может!” – говорит профессор английского языка.

Я возражаю, что, хотя наши сведения и допускают двоякое толкование, это не значит, что правильной трактовки вообще не может быть. И еще одно: наш мозг эту возможность двоякого толкования от нас скрывает и дает нам только одну из возможных трактовок.

Более того, иногда наш мозг и вовсе не принимает во внимание имеющиеся сведения об окружающем мире.



Рис. 2.8. Комната Эймса

Изобретение Эдельберта Эймса-младшего (Adelbert Ames, Jr.) от 1946 года, основанное на идее Гельмгольца.

Все три человека на самом деле одинакового роста, но пропорции комнаты искажены.

Источники: Wittreich, W.J. (1959). Visual perception and personality, *Scientific American*, 200 (4), 56–60 (58). Фотография предоставлена Уильямом Вандивертом.

Наш креативный мозг

Путаница чувств

Я знаю нескольких людей, которые выглядят совершенно нормальными. Но они видят мир, непохожий на тот, что вижу я.

Будучи синестеткой, я живу в ином мире, нежели окружающие, – в мире, где больше цветов, форм и ощущений. В моей вселенной единицы черные,

а среды зеленые, числа уходят в небо, а каждый год похож на американские горки⁵⁴.

У большинства из нас разные чувства полностью отделены друг от друга. Световые волны попадают в наши глаза, и мы видим цвета и формы. Звуковые волны попадают в наши уши, и мы слышим слова или музыку. Но некоторые люди, которых называют синестетами, не только слышат звуки, когда в их уши попадают звуковые волны, но также ощущают цвета. D.S., когда слышит музыку, видит перед собой разные объекты: падающие золотые шары, мелькающие линии, серебристые волны, как на экране осциллографа, которые проплывают перед ней в шести дюймах от ее носа. Самая распространенная форма синестезии – цветовой слух.

Каждое услышанное слово вызывает ощущение цвета. В большинстве случаев этот цвет определяется первой буквой слова. Для каждого синестета любая буква и любая цифра имеет свой цвет, и эти цвета остаются неизменными на протяжении всей жизни (см. рис. 1 на цветной вставке)⁵⁵. Синестетам не нравится, если изображенная буква или цифра окрашена “не тем” цветом. Для синестетки, известной под инициалами G.S., тройка – красного цвета, а четверка – василькового. Кэрол Миллс показывала G.S. ряд разноцветных цифр и просила ее как можно быстрее называть их цвета. Когда испытуемой показывали цифру “неправильного” цвета (например, голубую тройку), ей требовалось больше времени для ответа. Синестетический цвет, которым обладала для нее эта цифра, мешал восприятию ее реального цвета. Этот эксперимент дает нам объективные доказательства того, что ощущения, описываемые синестетами, не менее реальны, чем ощущения других людей. Он также показывает, что эти ощущения приходят независимо от того, хочет человек этого или нет. Крайние формы синестезии могут мешать человеку в жизни, затрудняя восприятие слов.

Такой голос был у покойного С.М. Эйзенштейна, как будто какое-то пламя с жилками надвигалось на меня⁵⁶.

А могут, напротив, и помогать.

Время от времени, когда я не была уверена, как пишется то или иное слово, я задумывалась о том, какого оно должно быть цвета, и это помогало мне разобраться. По-моему, этот прием не раз помогал мне писать правильно, как по-английски, так и на иностранных языках⁵⁷.

Синестеты знают, что цветов, которые они видят, на самом деле нет, но, несмотря на это, их мозг создает яркое и отчетливое ощущение, что они есть. “А почему вы говорите, что этих цветов на самом деле нет? – спрашивает профессор английского языка. – Цвета – это явления материального мира или нашего сознания? Если сознания, то чем ваш мир лучше, чем мир вашей знакомой с синестезией?”

Когда моя знакомая говорит, что этих цветов на самом деле нет, она, должно быть, имеет в виду, что большинство других людей, и я в том числе, их не ощущают.

⁵⁴ *Синестетические ощущения* свойственны приблизительно одному человеку на каждые две тысячи. Приведенная цитата – слова Элисон Мотлук. – *Примеч. авт.*

⁵⁵ При этом синестеты не могут договориться о том, какой букве какой цвет соответствует. Для русского писателя Владимира Набокова буква М была розовой, а для его жены – голубой. Сэр Фрэнсис Гальтон записал характерный пример семейных разногласий, касающихся цвета гласных, со слов миссис Н., “замужней сестры одного известного ученого”: “Одна из двух моих дочерей видит эти цвета совсем не так, как я. У другой еретические взгляды только на буквы А и О. Мы с сестрой никогда не могли договориться об этих цветах, а два моих брата, кажется, вообще не чувствуют хроматической силы гласных”. – *Примеч. авт.*

⁵⁶ Так синестет Ш., которого исследовал Александр Лурия, описывал голос кинорежиссера Сергея Эйзенштейна. – *Примеч. авт.*

⁵⁷ Это слова мисс Стоунс, еще одной дамы, опрошенной Гальтоном для его исследования, посвященного синестезии. – *Примеч. авт.*

Галлюцинации спящих

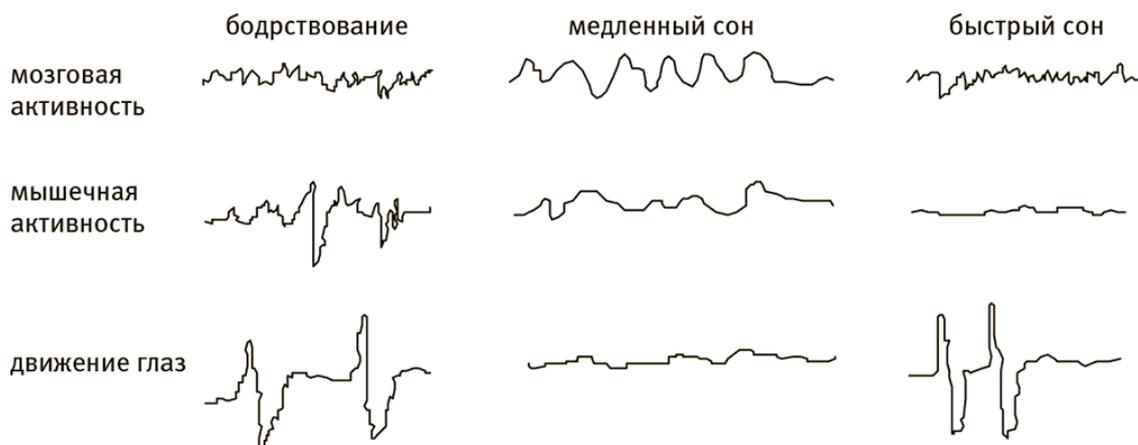
Синестезия встречается довольно редко. Но каждому из нас доводилось видеть сны. Каждую ночь, пока мы спим, мы испытываем отчетливые ощущения и сильные эмоции.

Мне снилось, что мне нужно было войти в комнату, но у меня не было ключа. Я подошла к дому, и там стоял Чарльз Р. Дело в том, что я пыталась залезть в окно. Так или иначе, там возле двери стоял Чарльз, и он дал мне бутерброды, два бутерброда. Они были красные – кажется, с сырокопченой ветчиной, а у него – с вареной свининой. Я не понимала, почему он дал мне те, что похуже. Так или иначе, после этого он вошел в комнату, и что-то там было не так. Кажется, там была какая-то вечеринка. Наверное, именно тогда я и стала думать, как быстро я смогу оттуда выбраться, если понадобится. И там было что-то связанное с нитроглицерином, я толком не помню. Последнее, что я помню, это что кто-то бросал бейсбольный мяч⁵⁸.

Несмотря на то что испытываемые во сне ощущения столь отчетливы, мы запоминаем лишь малую их часть (около 5 %).

“Но откуда же вы знаете, что я вижу столько снов, если даже я сама не могу их вспомнить?” – спрашивает профессор английского языка.

В 50-х годах Юджин Асерински и Натаниэл Клейтман открыли особую фазу сна, во время которой происходит быстрое движение глаз. Разные фазы сна связаны с разными формами мозговой активности, которую можно измерять с помощью ЭЭГ. Во время одной из таких фаз активность нашего мозга на ЭЭГ выглядит точно так же, как во время бодрствования. Но при этом все наши мышцы, по сути, парализованы, и двигаться мы не можем. Единственное исключение составляют мышцы глаз. Во время этой фазы сна глаза быстро движутся из стороны в сторону, несмотря на то что веки остаются закрытыми. Это так называемая фаза быстрого сна, или БДГ-фаза (фаза быстрого движения глаз). Если я разбужу вас во время фазы быстрого сна, вы, скорее всего (с вероятностью 90 %), скажете, что, когда вас разбудили, вы смотрели сон, и сможете вспомнить многие подробности этого сна. Однако, если я разбужу вас через пять минут после окончания фазы быстрого сна, вы не вспомните никаких сновидений. Эти опыты показывают, как быстро сны стираются из нашей памяти. Мы запоминаем их только тогда, когда просыпаемся во время или сразу после фазы быстрого сна. Но я могу узнать, что вы видите сон, отслеживая движения ваших глаз и активность вашего мозга, пока вы спите.



Бодрствование: быстрая, несинхронная нервная активность, мышечная активность, движение глаз

⁵⁸ Один из снов, записанных Ричардом Джонсом. – Примеч. авт.

Медленный сон: медленная, синхронная нервная активность, некоторая мышечная активность, движение глаз отсутствует, мало сновидений

Быстрый сон: быстрая, несинхронная нервная активность, паралич, мышечная активность отсутствует, быстрое движение глаз, много сновидений

Картины, которые мозг показывает нам во время сновидений, не отражают объектов материального мира⁵⁹. Но мы воспринимаем их так отчетливо, что некоторые люди задавались вопросом, не открывается ли для них во сне доступ к какой-то иной реальности. Двадцать четыре столетия назад Чжуан-цзы видел сон, в котором он был бабочкой. “Мне снилось, что я бабочка, порхающая с цветка на цветок и ничего не знающая о Чжуан-цзы”. Проснувшись, он, по его словам, не знал, кто он – человек, которому снилось, что он бабочка, или бабочка, которой снится, что она человек⁶⁰.

Сон Роберта Фроста о яблоках, которые он только что собирал
...И я постиг,
Каким видением душа томилась.
Все яблоки, огромны и круглы,
Мерцали вокруг меня
Румянцем розовым из мглы,
И ныла голень и ступня
От лестничных ступенек, переключин.
Вдруг лестницу я резко пошатнул...

(Отрывок из стихотворения “После сбора яблок”, 1914)⁶¹

Обычно содержание наших снов достаточно неправдоподобно, чтобы мы могли спутать сон с реальностью (см. рис. 4 на цветной вставке). Например, между обликом людей, которых мы видим во сне, и их реальными прообразами нередко есть несоответствия. “Я разговаривала со своей коллегой (во сне), но она выглядела по-другому, намного моложе, как одна из девочек, с которой я училась в школе, примерно лет тринадцати”⁶². Тем не менее во время сна мы убеждены, что все, что с нами происходит, происходит на самом деле. И только в момент пробуждения мы осознаём, обычно с облегчением, что “это был только сон. Мне ни от кого не нужно убежать”⁶³.

Галлюцинации у здоровых людей

Синестеты – необычные люди. Когда мы видим сны, наш мозг тоже пребывает в необычном состоянии. Насколько мозг обычного, физически здорового человека в состоянии бодрствования способен творить что-то подобное? Именно этому вопросу было посвящено мас-

⁵⁹ Вместе с тем в ходе сновидений, особенно когда мы засыпаем, мозг часто показывает нам что-то из того, что мы делали в течение дня. Роберт Стикголд просил испытуемых в течение трех дней играть в “Тетрис” по семь часов в день. По их словам, после этого во сне они видели плывущие перед глазами фигуры из “Тетриса”. О подобных сновидениях рассказывали даже люди с тяжелыми формами потери памяти, которые не помнили, что до этого играли в “Тетрис”: “Я вижу фигуры, которые поворачиваются вбок. Не знаю, откуда они. Никак не могу вспомнить, но они похожи на строительные блоки”. – *Примеч. авт.*

⁶⁰ Раздумья о сновидениях, наряду с другими вещами, убедили Декарта сомневаться в существовании всего, кроме собственных мыслей: “Когда я вдумываюсь в это внимательнее, то ясно вижу, что сон никогда не может быть отличен от бодрствования с помощью верных признаков”. – *Примеч. авт.*

⁶¹ Перевод Н. Зенкевича.

⁶² Этот сон напоминает ощущения некоторых пациентов с травмами мозга. Они принимают незнакомых людей за кого-то знакомого, даже если между ними нет явного внешнего сходства (синдром Фреголи). Согласно гипотезе Софи Шварц и Пьера Маке, во время сновидений активность некоторых участков мозга понижена, в результате чего здоровый мозг ведет себя как поврежденный. – *Примеч. авт.*

⁶³ Во сне люди чаще испытывают страх, чем наяву. – *Примеч. авт.*

штабное исследование, в котором были задействованы 17 000 человек, проведенное в конце XIX века Обществом психических исследований. Основная цель этого общества состояла в том, чтобы найти доказательства существования телепатии, то есть передачи мыслей напрямую от одного человека другому без каких-либо явных материальных посредников. Считалось, что подобная передача мыслей на расстоянии особенно вероятна в состоянии сильного эмоционального напряжения.

5 октября 1863 года я проснулся в пять часов утра. Это было в Педагогическом училище Дома Минто в Эдинбурге. Я явственно услышал характерный и хорошо знакомый голос одного из моих близких друзей, повторявший слова известного церковного гимна. Ничего не было видно. Я лежал в постели в полном сознании, в добром здравии и ничем особенно не тревожимый. <...> В то самое время, почти в ту же минуту, моего друга внезапно поразила смертельная болезнь. Он умер в тот же день, и в тот же вечер я получил телеграмму, извещавшую об этом.

В наши дни психологи относятся к подобным утверждениям с крайним недоверием. Но в те времена в ряды Общества психических исследований входило несколько выдающихся ученых⁶⁴. Председателем комиссии, под контролем которой проходила эта “перепись галлюцинаций”, был профессор Генри Сиджуик, кембриджский философ и основатель Ньюнем-колледжа. Сбор материалов проводился с большой тщательностью, а отчет, опубликованный в 1894 году, включал результаты подробного статистического анализа. Составители отчета постарались исключить из него данные об ощущениях, которые могли быть плодами сновидений или бреда, связанного с телесными заболеваниями, или галлюцинаций, связанных с заболеваниями психическими. Они также приложили немало усилий, чтобы провести границу между галлюцинациями и иллюзиями.

Вот дословно тот вопрос, который они задавали респондентам:

Испытывали ли вы когда-либо, пребывая в полном сознании, отчетливое ощущение, что вы видите или осязаете живое существо или неодушевленный предмет, или слышите голос, притом что это ощущение, насколько вы могли установить, не было связано ни с каким внешним физическим воздействием?

Опубликованный отчет занимает почти 400 страниц и состоит преимущественно из подлинных слов респондентов, описывающих свои ощущения. Десять процентов респондентов испытывали галлюцинации, и большинство из этих галлюцинаций были зрительными (более 80 %)⁶⁵. Для меня наибольший интерес представляют случаи, не имеющие никакого явного отношения к телепатии.

От миссис Гирдлстоун, январь 1891

⁶⁴ Английское Общество психических исследований (Society for Psychical Research) было организовано в 1882 году, и его первым президентом был профессор Генри Сиджуик из Кембриджского университета. Среди первоначальных вице-президентов и последующих руководителей и исследователей, входивших в состав общества, были член Королевского общества профессор Бальфур Стюарт, почтенный Артур Бальфур; профессор Уильям Барретт из Дублинского университета, мистер Фредерик Майерс, член Королевского общества сэр Уильям Крукс, сэр Оливер Лодж и епископ Рипонский. О ценности этой работы Гладстон сказал: “Это самая важная работа, которая когда-либо делалась в мире, – несомненно, самая важная”. – *Примеч. авт.* (Уильям Гладстон – британский государственный деятель XIX века, четырежды занимавший должность премьер-министра Великобритании. – *Примеч. перев.*)

⁶⁵ Как отмечают авторы исследования, эта цифра разительно отличается от аналогичного показателя для людей, страдающих психическими заболеваниями. “Представляется несомненным, что среди галлюцинаций психически больных людей слуховые встречаются намного чаще, чем зрительные, в пропорции, оцениваемой одними авторами как 3: 1, а другими как 5: 1”. – *Примеч. авт.*

В течение нескольких месяцев в 1886 и 1887 годах, когда я среди бела дня спускалась по лестнице нашего дома в Клифтоне, я чувствовала, больше чем видела, как множество животных (в основном кошек) проходят мимо меня и оттесняют меня в сторону⁶⁶.

Миссис Гирдлстоун пишет:

Галлюцинации состояли в том, что я слышала, как меня зовут по имени, столь отчетливо, что я оборачивалась, чтобы увидеть, откуда исходит звук, хотя было ли то плодом воображения или воспоминания о том, как такое случилось в прошлом, этот голос, если можно его так назвать, обладал совершенно невыразимыми качествами, которые неизменно пугали меня и отделяли его от обычных звуков. Это продолжалось в течение нескольких лет. У меня нет никакого объяснения этим обстоятельствам.

Если бы она в наши дни описала подобные впечатления своему терапевту, он, скорее всего, предложил бы ей пройти неврологическое обследование.

Мне представляются интересными также случаи, классифицированные как иллюзии: их происхождение было явно связано с физическими явлениями материального мира.

От доктора Дж. Дж. Стоуни⁶⁷

Несколько лет назад необычайно темным летним вечером мы с моим другом ехали на велосипедах – он на двухколесном, я на трехколесном – из Глендалоха в Ратдрам. Шел моросящий дождь, фонарей у нас не было, и дорогу затеняли стоящие по обе стороны от нее деревья, между которыми едва виднелась линия горизонта. Я ехал медленно и осторожно, ярдов на десять – двенадцать впереди, ориентируясь по горизонту, когда мой велосипед проехал по какой-то жестянке или чему-то подобному на дороге, и раздался громкий звон. Мой спутник тут же подъехал и в крайнем беспокойстве окликнул меня. Он видел сквозь тьму, как мой велосипед перевернулся, а я вылетел из седла. Звон вызвал у него мысль о наиболее вероятной его причине, и при этом в сознании возникла зримая картина, слабая, но в данном случае достаточная, чтобы увидеть ее отчетливо, когда ее не пересиливали объекты, обычно видимые человеческому глазу.

В этом примере друг доктора Стоуни видел событие, которого в действительности не было. По словам доктора Стоуни, ожидаемая картина создала в сознании его друга достаточно сильный зрительный образ, чтобы увидеть его перед глазами. В терминах, которые употребил бы я, мозг его друга создал правдоподобную интерпретацию случившегося, и эту интерпретацию он увидел как реальное событие.

От мисс W.

Однажды вечером, в сумерках, я зашла в свою спальню, чтобы взять одну вещь с каминной полки. В окно падал косой луч света от фонаря, который едва позволял разглядеть смутные очертания основных предметов мебели, находившихся в комнате. Я осторожно искала на ощупь ту вещь, за

⁶⁶ Похожий опыт был описан около столетия спустя человеком, страдавшим болезнью Паркинсона: “Казалось, что в комнате было множество кошек. Они были черные или бурые и бесшумно передвигались по комнате. Одна из них запрыгнула ко мне на колени, чтобы я ее погладил”. – *Примеч. авт.*

⁶⁷ *Джордж Джонстоун Стоуни* (1826–1911) – выдающийся ирландский ученый, который ввел термин “электрон”. – *Примеч. авт.*

которой пришла, когда, слегка обернувшись, я увидела за спиной невдалеке от меня фигуру маленькой старушки, сидящей очень степенно, сложив руки на коленях, и держащей белый носовой платок. Я очень испугалась, потому что до этого никого не видела в комнате, и вскрикнула: “Кто здесь?” – но никто не ответил, а когда я повернулась лицом к лицу к своей гостье, она сразу же пропала из вида...

В большинстве рассказов о призраках и духах история на этом бы и заканчивалась, но мисс W. проявила настойчивость.

Так как я очень близорука, поначалу я подумала, что это был просто обман зрения, поэтому я вернулась к своим поискам по возможности в той же самой позе и, когда нашла то, что искала, начала разворачиваться, чтобы уйти, и вдруг – вот чудеса! – опять увидела эту старушку, отчетливо, как никогда, с ее забавным чепчиком и темным платьем, с кротко сложенными руками, сжимавшими белый платок. На этот раз я быстро развернулась и решительно подошла к видению, которое исчезло так же внезапно, как и в прошлый раз.

Итак, эффект оказался воспроизводимым. В чем же была его причина?

Теперь, убедившись, что это не обман, я решила по возможности разобраться в причинах и природе этой загадки. Неспешно вернувшись и заняв свое прежнее положение у камина и вновь увидев ту же фигуру, я медленно повертела головой из стороны в сторону и заметила, что она делает то же самое. Затем я медленно пошла спиной вперед, не меняя положения головы, дошла до того же места, не торопясь, повернулась – и загадка была разгадана.

Стоявшая возле окна небольшая лакированная тумбочка красного дерева, в которой я хранила разные безделушки, казалась туловищем старушки, лист бумаги, торчавший из ее приоткрытой дверцы, играл роль платка, стоявшая на тумбочке ваза выглядела головой в чепчике, а косой луч света, падавший на нее, вместе с белой занавеской на окне довершал иллюзию. Я несколько раз разобрала и вновь собрала эту фигуру и подивилась тому, как отчетливо она была видна, когда все составляющие занимали ровно то же положение по отношению друг к другу.

Мозг мисс W. сделал неверный вывод, что набор предметов в темной комнате был маленькой старушкой, степенно сидящей у окна. Мисс W. усомнилась в этом. Но обратите внимание, как много ей пришлось потрудиться, чтобы разобраться в этой иллюзии. Вначале она усомнилась, что то, что она видит, соответствует действительности. Она не ожидала никого встретить в этой комнате. Иногда глаза ее обманывают. Затем она экспериментирует со своим восприятием, смотря на эту “старушку” из разных положений. Как легко обмануться при виде подобной иллюзии! А ведь очень часто у нас нет возможности поэкспериментировать со своим восприятием, и нет никаких оснований считать, что наши ощущения обманчивы.

Эдгар Аллан По описывает свой страх перед «мертвой головой»

На исходе очень жаркого дня я сидел с книгой в руках возле открытого окна, откуда открывался вид на берега реки и на отдаленный холм <...>. Подняв глаза от страницы, я увидел обнаженный склон, а на нем – отвратительного вида чудовище, которое быстро спустилось с холма и исчезло в густом лесу у его подножия. <...>

Размеры чудовища, о которых я судил по стволам огромных деревьев, мимо которых оно двигалось, <...> были значительно больше любого из океанских судов. <...> Рот у него помещался на конце хобота длиной в шестьдесят – семьдесят футов, а толщиной примерно с туловище слона. У основания хобота чернели ключья густой шерсти – больше, чем на шкурах дюжины бизонов <...>. По обе стороны хобота тянулось по гигантскому рогу футов в тридцать – сорок, призматическому и казавшемуся хрустальным – в них ослепительно отражались лучи заходящего солнца. Туловище было клинообразным и острием направлено вниз. От него шли две пары крыльев, каждая длиной почти в сто ярдов; они располагались одна над другой и были сплошь покрыты металлической чешуей <...>. Я заметил, что верхняя пара соединялась с нижней толстой цепью. Но главной особенностью этого страшного существа было изображение черепа, занимавшее почти всю его грудь и ярко белевшее на его темном теле, словно тщательно выписанное художником. Пока я глядел на устрашающее животное <...>, огромные челюсти, помещавшиеся на конце его хобота, внезапно раскрылись, и из них раздался громкий и горестный вопль, прозвучавший в моих ушах зловещим предвестием; едва чудовище скрылось внизу холма, как я без чувств упал на пол. <...>

[Хозяин дома, где гостил По⁶⁸, объясняет:] Позвольте прочесть вам <...> описание рода *Sphinx*, семейство *Strepsularia*, отряд *Lepidoptera*, класс *Insecta*, то есть насекомых. Вот это описание:

“<...> Сфинкс Мертвая Голова иногда внушает немалый страх непросвещенным людям из-за печального звука, который он издает, и эмблемы смерти на его щитке”.

Он закрыл книгу и наклонился вперед, чтобы найти в точности то положение, в котором сидел я, когда увидел чудовище.

– Ну да, вот оно! – воскликнул он. – Сейчас оно ползет вверх, и, должен признать, вид у него необыкновенный. Однако оно не так велико и не так удалено от вас, как вы воображали. <...> Я вижу, что длина его – не более одной шестнадцатой дюйма⁶⁹, и такое же расстояние – одна шестнадцатая дюйма – отделяет его от моего зрачка.

(Отрывки из рассказа “Сфинкс”, 1850)⁷⁰

В этой главе показано, что даже нормальный, здоровый мозг не всегда дает нам правдивую картину мира. В связи с тем, что у нас нет прямой связи с окружающим нас материальным миром, нашему мозгу приходится делать выводы о мире на основании сырых данных, получаемых от глаз, ушей и всех остальных органов чувств. Эти выводы могут быть ошибочными. Более того, наш мозг знает множество всевозможных вещей, которые вообще не достигают нашего сознания.

Но ведь есть один кусочек материального мира, который мы всегда неизменно носим с собой. Ведь хотя бы к сведениям о состоянии собственного тела у нас есть прямой доступ? Или это тоже иллюзия, создаваемая нашим мозгом?

⁶⁸ Бабочка «мертвая голова» (род *Acherontia*, виды которого ранее относили к роду *Sphinx*) в Северной Америке не встречается, поэтому история, описанная По в рассказе, действие которого происходит в окрестностях Нью-Йорка, скорее всего, вымышленна. – Примеч. перев.

⁶⁹ Здесь у По, вероятно, ошибка: длина тела мертвой головы – около шести сантиметров, т. е. порядка двух дюймов, а никак не одной шестнадцатой дюйма, к тому же на расстоянии одной шестнадцатой дюйма (т. е. примерно полутора миллиметров) от зрачка сложно что-либо разглядеть. – Примеч. перев.

⁷⁰ Перевод В. Хинкиса.

3. Что наш мозг говорит нам о нашем теле

Привилегированный доступ?

Мое тело – объект материального мира. Но с собственным телом у меня особые отношения, не такие, как с другими материальными объектами. В частности, мой мозг тоже часть моего тела. Отростки чувствительных нейронов ведут непосредственно в мозг. Отростки двигательных нейронов ведут от мозга ко всем моим мышцам. Это предельно прямые связи. Я непосредственно контролирую всё, что делает мое тело, и мне не нужно никаких умозаключений, чтобы понять, в каком состоянии оно пребывает. К любой части своего тела у меня есть почти мгновенный доступ в любой момент времени.

Так почему же я по-прежнему испытываю легкий шок, когда вижу в зеркале располневшего пожилого человека? Может быть, на самом деле я не так уж много о себе знаю? Или моя память навсегда искажена тщеславием?

Где граница?

Моя первая ошибка – это мысль, что между моим телом и остальным материальным миром есть четкая разница. Вот небольшой фокус для вечеринок⁷¹, изобретенный Мэтью Ботвиником и Джонатаном Коэном. Вы кладете левую руку на стол, и я закрываю ее ширмой. На тот же стол я кладу перед вами резиновую руку так, чтобы вы могли ее видеть. Затем я дотрагиваюсь одновременно до вашей руки и до резиновой руки двумя кисточками. Вы чувствуете, как дотрагиваются до вашей руки, и видите, как дотрагиваются до резиновой руки. Но через несколько минут вы уже не будете ощущать прикосновения кисточки там, где она касается вашей руки. Вы будете ощущать его там, где она касается резиновой руки. Ощущение каким-то образом выйдет за пределы вашего тела и перейдет в отдельный от вас объект окружающего мира.

⁷¹ В данном случае эксперимент был действительно впервые проведен на вечеринке. – *Примеч. авт.*



Рис. 3.1. Автор этой книги, каким он выглядит

Подобные фокусы, проделываемые нашим мозгом, годятся не только для вечеринок. В теменных долях коры⁷² некоторых обезьян⁷³ (предположительно и людей тоже) есть нейроны, которые активируются, когда обезьяна видит что-либо поблизости от кисти ее руки. Неважно, где ее кисть при этом находится. Нейроны активируются тогда, когда что-то оказывается от нее в непосредственной близости. По-видимому, эти нейроны указывают на присутствие объектов, до которых обезьяна может достать рукой. Но если дать обезьяне лопатку, которой она будет пользоваться, то очень скоро те же самые нейроны начнут реагировать всякий раз, когда

⁷² Положение теменных долей коры показано на рис. п.5 в прологе к этой книге. Теменные доли управляют такими действиями, как доставание и хватание. – *Примеч. авт.*

⁷³ Я долго путался в терминах “primate” (примат), “ape” (человекообразная обезьяна) и “monkey” (обезьяна, не относящаяся к человекообразным). Приматы – это самая большая группа. Мы приматы. Шимпанзе – приматы. Нечеловекообразные обезьяны (monkeys) – тоже приматы. Лемуры и лори (полуобезьяны) – тоже приматы. Человекообразные обезьяны – это подгруппа приматов: гиббоны, шимпанзе, люди и др. Monkeys – другая подгруппа: мартышки, макаки, павианы и др. – *Примеч. авт.* (В русском языке, в отличие от английского, нет отдельного термина для всех обезьян, не относящихся к человекообразным. – *Примеч. перев.*)

обезьяна видит что-либо поблизости от конца этой лопатки⁷⁴. Для этой части мозга лопатка становится как бы продолжением обезьяньей руки. Именно так мы и ощущаем орудия, которыми пользуемся. Немного практики, и у нас возникает ощущение, что мы контролируем орудие так же непосредственно, как если бы это была часть нашего тела. Это относится и к таким маленьким вещам, как вилка, и к таким большим, как автомобиль.

⁷⁴ Долгое время считалось, что орудиями труда могут пользоваться только человекообразные обезьяны, такие как шимпанзе. В 1996 году Ацуси Ирики показал, что некоторых других обезьян тоже можно научить использовать лопатку как орудие для доставания еды. – *Примеч. авт.*

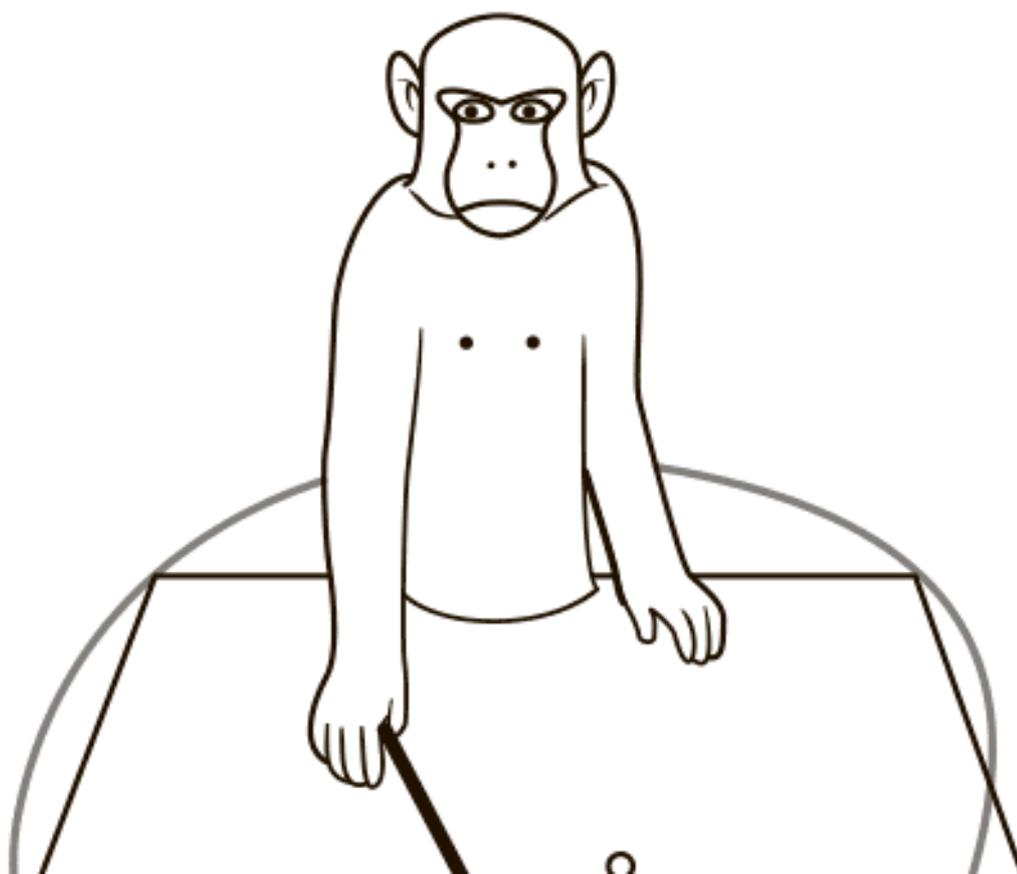
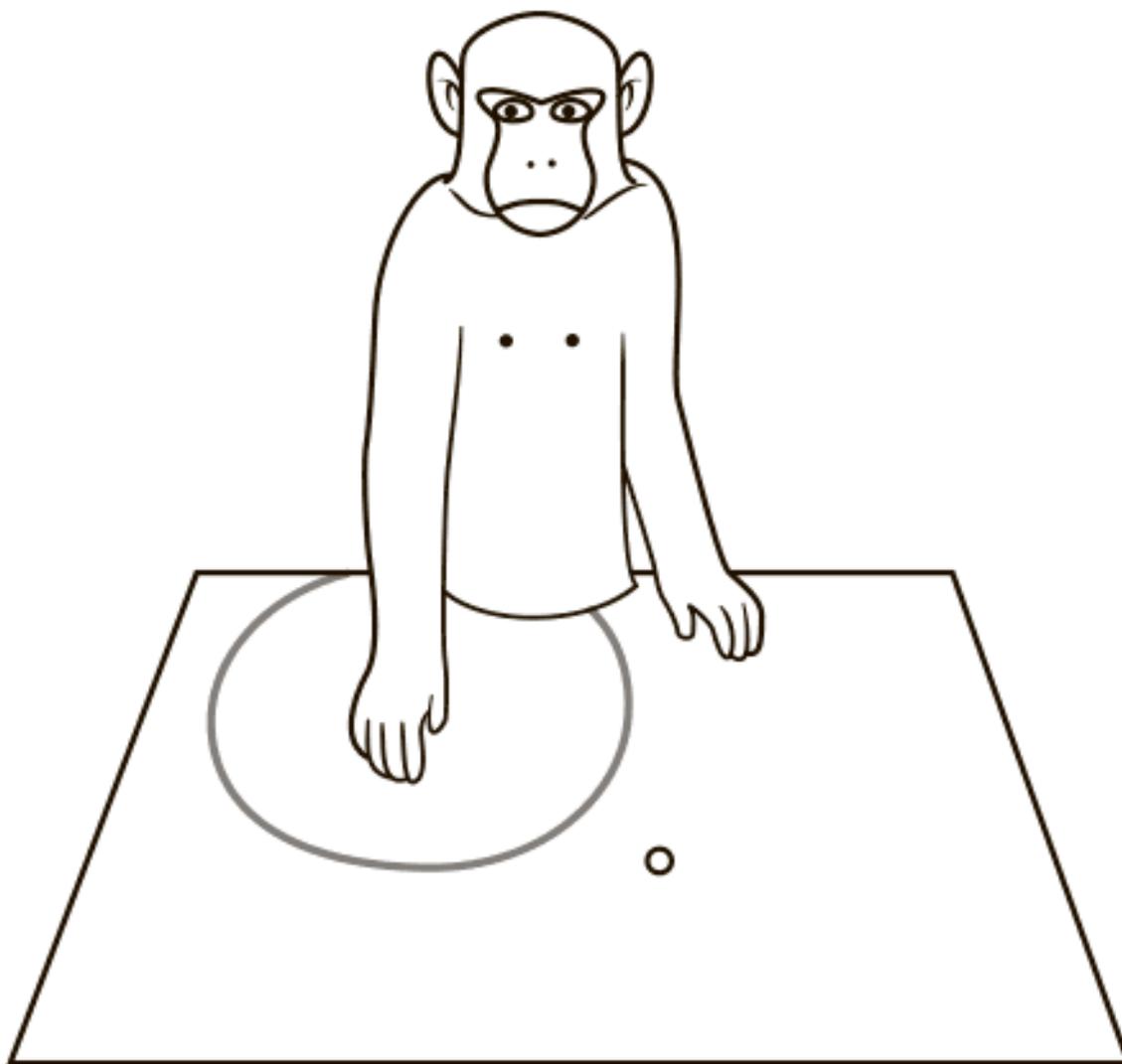


Рис. 3.2. Обезьяна и лопатка

Если обезьяна видит что-либо в пределах досягаемости, в теменной доле коры ее мозга увеличивается активность определенных нейронов. Ацуси Ирики научил обезьян пользоваться лопаткой, чтобы доставать еду, которая была вне досягаемости для их рук. Когда обезьяна пользуется такой лопаткой, нейроны теменной доли точно так же реагируют на объекты, расположенные в пределах досягаемости для руки, вооруженной лопаткой.

Источник: Перерисовано с рис. 1с из статьи: Obayashi, S., Suhara, T., Kawabe, K., Okauchi, T., Maeda, J., Akine, Y., Onoe, H., & Iriki, A. (2001). Functional brain mapping of monkey tool use. *Neuroimage*, 14(4), 853–861.

Таким образом, всякий раз, когда мы пользуемся какими-либо предметами материального мира как орудиями, наше тело получает продолжение за счет этих предметов. Но разве между частями тела и орудиями нет очевидной разницы? Орудия не имеют прямой связи с нашим мозгом. Я не могу напрямую почувствовать что-либо, что прикасается к лопатке, которую я держу в руке. Но я напрямую ощущаю положение моей руки, потому что в моих мышцах и суставах есть чувствительные нейроны. Однако, несмотря на то что в наших конечностях есть эти чувствительные нейроны, в некоторых ситуациях наша рука или наш палец может оказаться ничем не лучше какой-нибудь деревяшки, так мало мы будем знать о том, что с ними происходит.

Мы не ведаем, что творим

Психологические исследования кардинально изменились в конце шестидесятых годов, когда у нас появилась возможность использовать мини-компьютеры⁷⁵. С тех пор компьютеры стали зачастую единственным оборудованием, необходимым для таких исследований. Для подготовки нового эксперимента теперь требовалось только написать еще одну компьютерную программу. В то время я занимался исследованиями обучения людей точным движениям рук. До внедрения компьютеров у меня было специальное устройство, сделанное из грампластинки. Испытуемый держал в руке металлическую палочку и старался, чтобы ее конец постоянно соприкасался с металлической пластинкой, приклеенной к краю диска. Когда диск вращается с частотой 60 оборотов в секунду, это довольно непростая задача. Все, что я мог отмечать при этом, это соприкасается палочка с пластинкой или нет. После внедрения компьютеров вместо пластинки стали использовать рамку, движущуюся по экрану компьютера. Испытуемый пытался следовать за этой рамкой с помощью джойстика, который управлял положением курсора на экране. При этом я мог отмечать точное положение руки испытуемого каждые несколько миллисекунд.

Знали ли сами испытуемые при этом, где находится их рука? Я мог бы задаться и этим вопросом, но соответствующие эксперименты были проведены лишь через много лет Пьером Фурнере в лаборатории Марка Жаннере в Лионе. Испытуемого просили проводить курсором на экране компьютера вертикальную линию, двигая кисть руки вперед. Но при этом испытуемый не видел своей руки, а видел только линию, проводимую им на экране. Необычное обстоятельство состояло в том, что компьютер мог вносить искажения в движение курсора⁷⁶. Иногда

⁷⁵ В 1975 году, когда я начал работать в Медицинском исследовательском совете, для моих исследований мне выдали компьютер PDP-11. Размером он был как очень большой картотечный шкаф, стоил примерно как небольшой дом и имел 16 килобайт памяти. – *Примеч. авт.*

⁷⁶ На самом деле подобный эксперимент впервые поставил датский психолог Торстен Ингеманн Нильсен. У него не было компьютера. Он сконструировал специальный ящик с зеркалом внутри. Рука, которую испытуемый видел в зеркале, была не его собственная, а лаборанта, ассистировавшего экспериментатору. Для усиления иллюзии и испытуемый, и лаборант были в белых перчатках. – *Примеч. авт.*

движение руки прямо вперед давало бы линию не вертикальную, а отклоненную в сторону. В таких ситуациях совсем несложно скорректировать движение руки (отклоняя ее в противоположную сторону), чтобы линия на экране по-прежнему получалась вертикальной. Более того, это настолько просто, что, если только искажение не слишком велико, испытуемый даже не осознаёт, что его рука отклоняется в сторону.

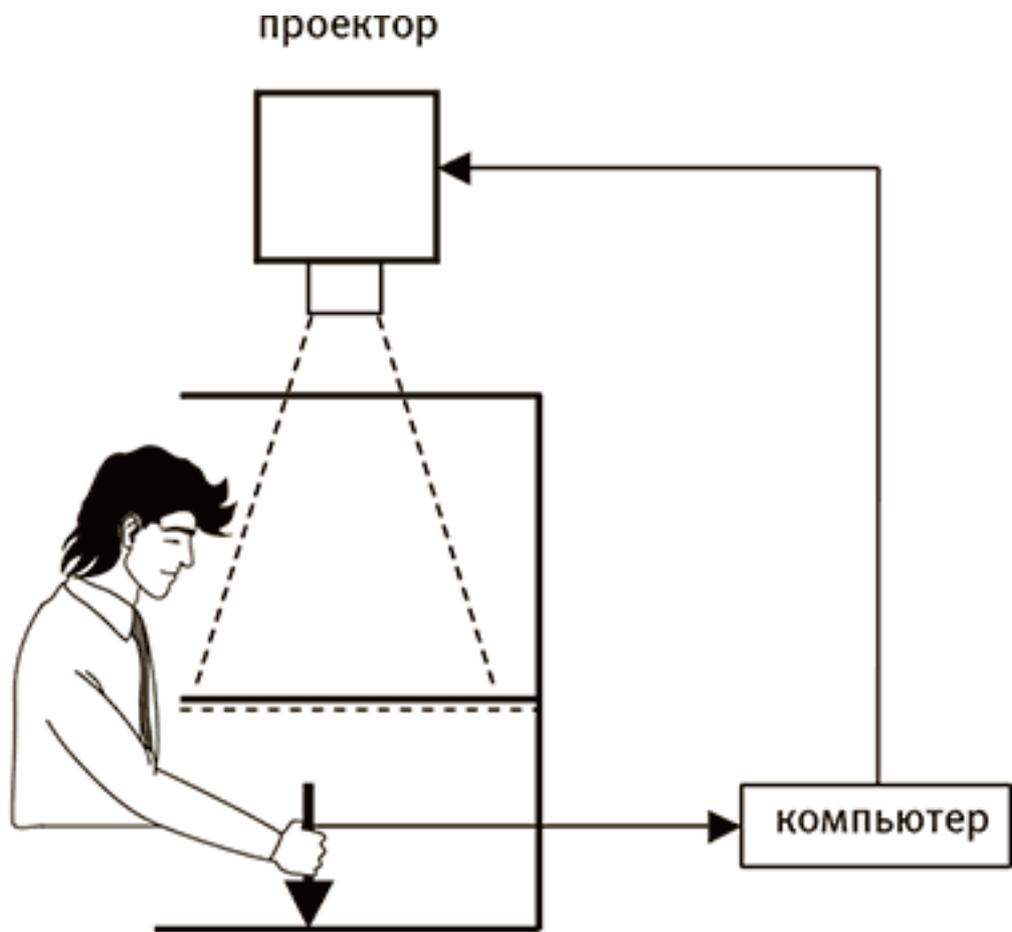


Рис. 3.3. Мы не ведаем, что творим

Я не вижу своей руки, а вижу только курсор на экране. При этом я не осознаю, что, когда курсор движется по экрану прямо, моя рука на самом деле отклоняется влево.

Источник: По материалам статьи: Fournier, P., & Jeannerod, M. (1998). Limited conscious monitoring of motor performance in normal subjects. *Neuropsychologia*, 36 (11), 1133–1140.

Итак, несмотря на прямую связь рук с мозгом, мы не осознаём, что именно делает рука в тот или иной момент. Что говорит нам этот эксперимент о границе, где кончается наше тело и начинается окружающий мир? Согласно традиционным представлениям, тело кончается там, где рука соприкасается с джойстиком. Но применительно к нашим ощущениям граница кажется проходящей за пределами нашего тела, так что курсор, который мы перемещаем по экрану, тоже оказывается частью нашего тела. Джойстик, компьютер и курсор становятся для нас тем, чем лопатка становилась для обезьяны. А применительно к осознанию того, что мы делаем, граница кажется проходящей внутри нашего тела, там, где действует наше намерение нарисовать вертикальную линию. После этого рука осуществляет это намерение так, как будто она перестала быть частью тела и стала орудием из окружающего мира⁷⁷.

Насколько же много мы на самом деле знаем о том, что делает наше тело?

Кто же всем управляет?

Большая часть работы ученых вызывает мало интереса за пределами узкого круга других ученых, работающих в той же области. Это одинаково относится и к физикам, и к психологам. Утверждают, что подавляющее большинство научных статей читают меньше десяти читателей. Многие статьи вообще никто не читает. Но время от времени ученые открывают что-нибудь настолько поразительное, что это открытие широко обсуждается за пределами их научной области. Одно такое открытие было опубликовано в 1983 году Бенджамином Либетом и его коллегами. Их эксперимент был восхитительно прост. Все, что требовалось от испытуемых, это поднимать один палец всегда, когда у них “возникает желание это сделать”. Тем временем с помощью установки для ЭЭГ у испытуемых измерялась электрическая активность мозга. К тому времени было уже хорошо известно, что непосредственно перед тем, как человек спонтанно совершает какое-либо движение, например поднимает палец, активность его мозга характерным образом изменяется. Это изменение совсем невелико, но его можно отследить, суммируя результаты неоднократных измерений. Но оказалось, что подобное изменение можно отследить за некоторое время *до того*, как человек действительно поднимает палец. Новым в экспериментах Либета было то, что он просил испытуемых сообщать ему, когда у них “возникло такое желание”⁷⁸. Желание поднять палец возникает примерно за 200 миллисекунд до того, как человек поднимает палец. Но главное открытие, которое вызвало так много шума, состояло в том, что изменение мозговой активности происходило примерно за 500 миллисекунд до того, как человек поднимал палец. Таким образом, мозговая активность указывала на то, что испытуемый собирается поднять палец за 300 миллисекунд *до того*, как испытуемый сообщал, что собирается поднять палец.

Из этого открытия следует вывод, что, измеряя активность вашего мозга, я могу узнать, что у вас возникнет желание поднять палец раньше, чем об этом узнаете вы сами. Этот результат вызвал такой интерес за пределами сообщества психологов потому, что он, казалось бы, показывал, что даже наши простейшие сознательные действия на самом деле предопределены.

⁷⁷ Очень хитрым орудием, способным корректировать свою работу в зависимости от обстоятельств. – Примеч. авт.

⁷⁸ Педантичные психологи высказали немало претензий к этому способу засекают момент времени, когда возникает “такое желание”. Однако Патрик Хаггард недавно повторил эксперимент Либета, пользуясь разными другими способами засекают этот момент, и подтвердил результаты, полученные Либетом. – Примеч. авт.

Мы думаем, что делаем выбор, в то время как на деле наш мозг этот выбор уже сделал. Следовательно, ощущение, что в этот момент мы делаем выбор, не более чем иллюзия. А если ощущение, что мы способны делать выбор, есть иллюзия, то такая же иллюзия – наше ощущение, что мы обладаем свободой воли.

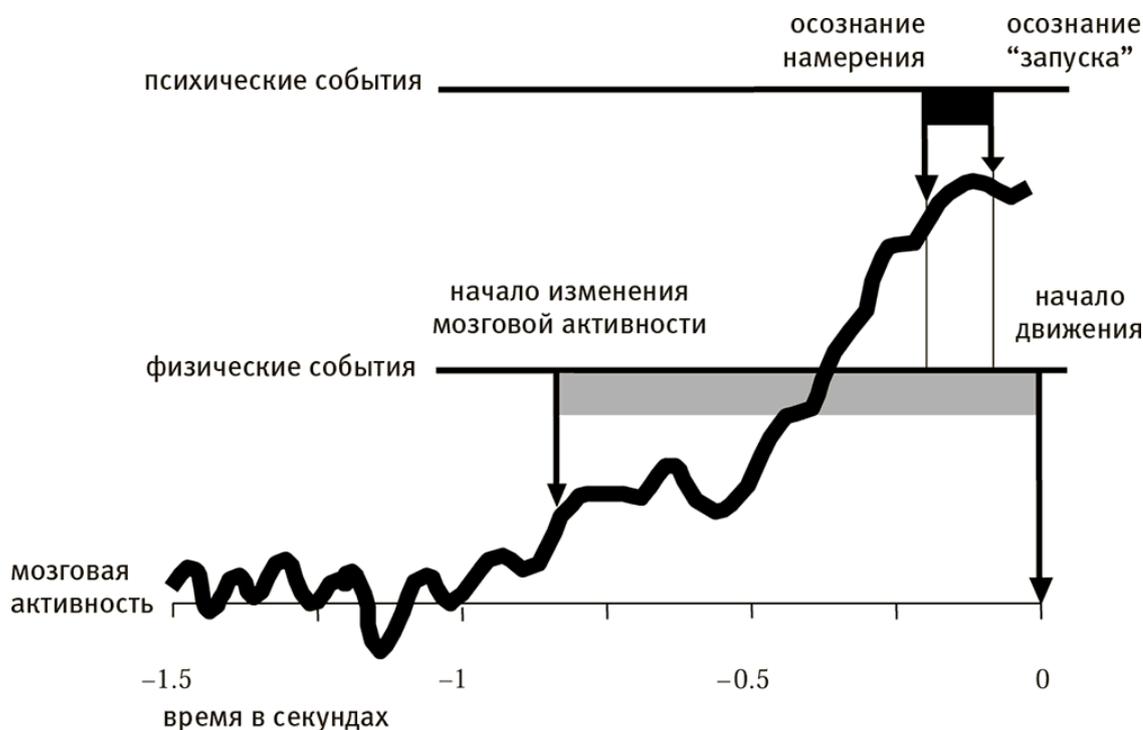


Рис. 3.4. Психические события, определяющие наши движения, происходят не одновременно с физическими событиями. Мозговая активность, связанная с тем или иным движением, начинается до того, как мы осознаём свое намерение совершить это движение, но движение “запускается” после того, как мы осознаём, что запускаем его. Намерение и начало движения отделены во внутреннем времени нашего сознания меньшим промежутком, чем в реальном времени (см. главу 6).

Источник: По материалам статьи: Libet, B., Gleason, C.A., Wright, E.W., & Pearl, D.K. (1983). Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness potential): The unconscious initiation of a freely voluntary act. *Brain*, 106 (Pt. 3), 623–642.

Но действительно ли этот результат говорит о том, что у нас нет свободы воли? Одна из проблем состоит в том, что выбор, который здесь делается, касается крайне тривиальных действий. Неважно, что выберет испытуемый. В первоначальном эксперименте Либета нужно было просто решить поднять один палец. В некоторых других экспериментах испытуемым предоставляли больше свободы и просили выбрать, поднять им палец на правой руке или на левой. Но эти действия были намеренно выбраны за то, что они тривиальны. Для совершения таких действий мы можем смотреть на процесс выбора без участия социального давления или моральных ценностей. Тривиальность действия не изменяет того факта, что участник эксперимента должен сам для себя решить, когда именно ему поднять палец. Так что открытие Либета остается в силе. В тот момент, когда мы думаем, что делаем выбор в пользу совершения действия, наш мозг уже сделал этот выбор. Но это не означает, что этот выбор не был сделан свободно. Это просто означает, что мы *не осознаём*, что делаем выбор в этот, более ранний момент времени. Как мы убедимся, прочитав шестую главу, наше восприятие времени совершения тех или иных действий не имеет жесткой привязки к тому, что происходит в материальном мире.

Такой неосознанный выбор очень похож на неосознанные умозаключения Гельмгольца. Мы не воспринимаем объект, находящийся у нас перед глазами, до тех пор, пока мозг не сделает неосознанного умозаключения о том, что этот объект может собой представлять. Мы не осознаём, что собираемся совершить то или иное действие, пока мозг не произведет неосознанный выбор, какое действие нам совершить. Но это действие определяется выбором, который мы сделали ранее, свободно и преднамеренно. Мы согласились участвовать в этом эксперименте. Может быть, мы и не знаем точно, какое конкретно действие мы совершим в тот или иной момент. Но мы уже выбрали тот небольшой набор действий, из числа которых это конкретное действие будет выбрано.

Наш мозг справляется и без нас

В эксперименте Либета мы как будто отстаем от того, что делает наш собственный мозг. Но в итоге мы все же нагоняем его. В других экспериментах наш мозг управляет нашими действиями так, что мы об этом даже не знаем. Так происходит, например, при выполнении “двухшагового” задания, разработанного в Лионе. Задача испытуемого состоит в том, чтобы следить за появлением вертикальной палочки. Как только она появится, нужно протянуть руку и схватить ее. Протянуть руку и схватить человек может без особого труда и очень быстро. Но фокус здесь в том, что в некоторых случаях, как только испытуемый начинает протягивать руку, палочка передвигается в новое положение. Испытуемый может без труда скорректировать движение своей руки и точно схватить палочку в ее новом положении. Во многих из этих случаев он даже не замечает, что палочка переместилась. Но его мозг замечает это смещение. Рука начинает двигаться в направлении первоначального положения палочки, а затем, примерно через 150 миллисекунд после того, как ее положение меняется, меняется и движение руки, позволяя схватить палочку там, где она находится теперь. Таким образом, наш мозг замечает, что цель передвинулась, и корректирует движение руки, чтобы достать до цели в ее новом положении. И все это может произойти так, что мы этого даже не заметим. Мы не заметим ни изменения положения палочки, ни изменения движений собственной руки. Если спросить испытуемого, двигалась ли палочка после того, как появилась у него перед глазами, он ответит, что не двигалась⁷⁹.

В данном случае наш мозг может совершать адекватные действия, несмотря на то что мы сами не видим нужды в этих действиях. В других случаях наш мозг может совершать адекватные действия, несмотря на то что эти действия отличаются от тех, которые мы считаем нужным совершить.

Представьте себе, что вы сидите в темноте. Я мельком показываю вам черное пятно в пределах рамки. Сразу после этого я снова мельком показываю вам черное пятно в пределах рамки. На этот раз пятно не меняет своего положения, но рамка оказывается смещенной вправо. Если я попрошу вас описать увиденное, вы скажете: “Пятно сдвинулось влево”. Это типичная зрительная иллюзия, связанная с тем, что зрительные области мозга ошибочно решили, что рамка осталась на месте, а, значит, пятно должно было сместиться⁸⁰. Но если я попрошу вас *дотронуться* до места, где вначале находилось пятно, то вы дотронетесь до правильного места на экране – никакие перемещения рамки не помешают вам правильно указать это место. Ваша рука “знает”, что пятно не сместилось, хотя вы и думаете, что оно сместилось.

⁷⁹ Этот эффект проявляется еще отчетливее, если вы следите за целью только глазами, а не рукой. – *Примеч. авт.*

⁸⁰ Иллюзия, впервые описанная Рулофсом в 1935 году. – *Примеч. авт.*

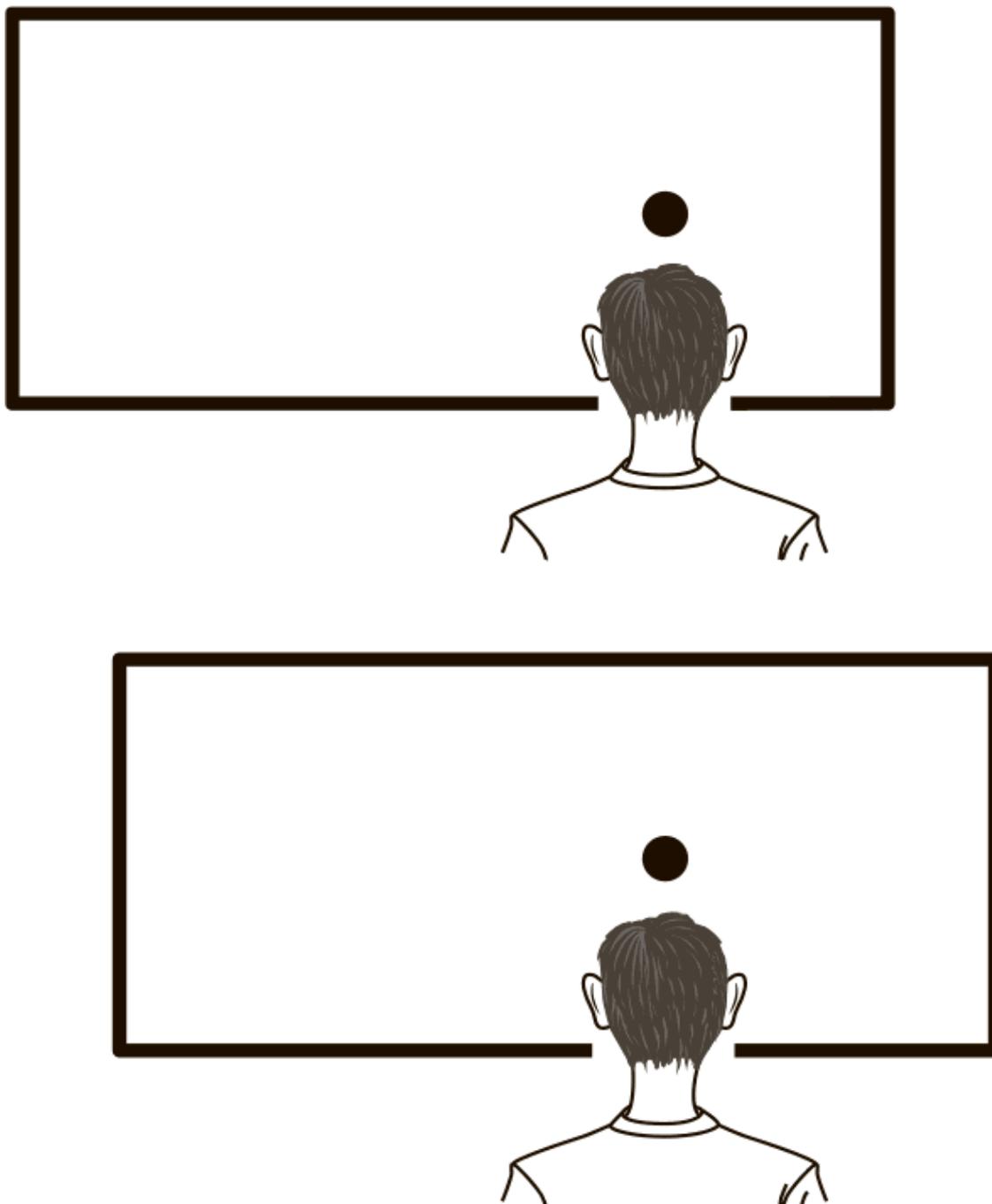


Рис. 3.5. Иллюзия Рулофса

Если рамка сдвигается вправо, наблюдателю кажется, что черное пятно сдвинулось влево, несмотря на то что оно оставалось на месте. Но если наблюдатель протягивает руку, чтобы дотронуться до запечатленного в памяти положения пятна, он не совершает подобной ошибки.

Источник: По материалам статьи: Bridgeman, B., Peery, S., & Anand, S. (1997). Interaction of cognitive and sensorimotor maps of visual space. *Perception and Psychophysics*, 59(3), 456–469.

Эти наблюдения демонстрируют, что наше тело может превосходно взаимодействовать с окружающим миром даже тогда, когда мы сами не знаем, что оно делает, и даже тогда, когда наши представления об окружающем мире не соответствуют действительности. Может быть, наш мозг и связан с нашим телом напрямую, но поставляемые нам мозгом сведения о состоянии нашего тела, похоже, носят такой же косвенный характер, как и поставляемые нам сведения об окружающем мире. Мозг может не сообщить нам, что наше тело движется не так,

как мы хотели. Мозг может обмануть нас, заставив думать, что тело находится не там, где оно находится на самом деле. И все эти примеры относятся к взаимодействию здорового мозга со здоровым телом. Когда с человеком не все в порядке, его мозг способен вытворять и не такое.

Фантомы у нас в мозгу

Люди, у которых ампутирована рука или нога, нередко ощущают на ее месте фантомную конечность. Лишившемуся руки человеку может казаться, что его несуществующая рука принимает в пространстве то или иное положение. В некоторых случаях человек может даже двигать кистью и пальцами своей фантомной руки. И все же он видит, что руки у него нет, а значит, нет и нервных окончаний, посылавших от нее сигналы. Так что эти фантомы формируются у него в мозгу. Со временем фантомная рука может распаться, так что будет ощущаться фантомная кисть, но не предплечье. Кроме того, человек может утратить способность двигать своей фантомной рукой. Но хуже всего то, что в фантомной руке могут возникнуть настоящие, серьезные боли. Иногда такие боли возникают как бы оттого, что кисть фантомной руки застревает в каком-то очень неудобном положении, изменить которое не получается. Лечить такие боли очень сложно.

До восьмидесятых годов нейрофизиологов учили, что после того, как мы достигаем возраста около шестнадцати лет, наступает зрелость мозга и рост его полностью прекращается. Если разрушатся волокна, связывающие какие-то нейроны, эти нейроны навсегда останутся разъединенными. Если потерять нейрон, он никогда не восстановится. Теперь мы знаем, что это не так. Наш мозг очень пластичен, особенно в молодости, и сохраняет свою пластичность на всю жизнь. Связи между нейронами постоянно возникают и разрушаются в ответ на перемены в окружающей среде⁸¹.

Мышцы, которыми мы не пользуемся, постепенно усыхают, но наш мозг реагирует на неиспользуемые части тела иначе. Если у человека ампутирована рука, небольшой участок его мозга перестает получать какие-либо сигналы от нервных окончаний, находившихся в этой руке. Но нейроны этого участка не погибают. Они начинают использоваться для других целей. К этому участку непосредственно примыкает другой, который получает сигналы от нервных окончаний лица.

Если область, отвечающая за руку, перестает использоваться, она может быть присвоена областью, отвечающей за лицо. В результате, если прикоснуться к лицу, человек будет чувствовать это прикосновение как обычно, но, кроме того, почувствует и прикосновение к определенной части фантомной руки⁸². Питер Халлиган (Peter Halligan) и его коллеги подробно исследовали этот эффект на примере женщины, ощущавшей фантомную руку. Халлиган по очереди прикасался к разным участкам ее лица и просил ее описать, в какой части фантомной руки она ощущала это прикосновение. Это позволило ему составить схему, отражающую связь участков лица с частями фантомной руки. Несмотря на то что соответствующие нейроны теперь реагировали на прикосновения к лицу, эти прикосновения воспринимались одновременно и как прикосновения к руке, которой больше не было.

⁸¹ У певчих птиц участок мозга, задействованный при пении, разрастается на время сезона размножения, а затем снова уменьшается в размерах. При этом не только образуются новые связи между нейронами, но и новые нейроны возникают, а затем опять исчезают. – *Примеч. авт.*

⁸² Это явление впервые описали Виляяну Рамачандран и его коллеги. – *Примеч. авт.*



Рис. 3.6. Фантомная рука

Люди, у которых ампутирована конечность, нередко ощущают на ее месте фантомную конечность. Со временем фантомная конечность может уменьшаться или меняться. Алекса Норт и Питер Халлиган сделали этот фотомонтаж, показывающий, на что похоже это ощущение. В данном случае ощущение кисти остается, но предплечье исчезло.

Источник: Wright, Halligan & Kew, Wellcome Trust Sci Art Project, 1997.

Обычно ощущение фантомной конечности возникает в результате ампутации руки или ноги. В таких случаях мозг человека, испытывающего подобные ощущения, остается неповрежденным. Но фантомные конечности могут быть также следствием повреждений мозга. Пациентка Е.Р. из Финляндии попала в больницу с сильной головной болью и параличом левой стороны тела. Было установлено, что причиной этого был лопнувший кровеносный сосуд в лобной доле коры ее мозга, и была проведена операция, чтобы восстановить поврежденный сосуд. Однако у Е.Р. навсегда остался поврежденным небольшой участок лобной доли, связанный с управлением движениями. Я познакомился с Е.Р. через несколько лет после этой операции. Она полностью выздоровела, если не считать одного очень необычного симптома. Она нередко ощущала, что у нее есть дополнительная “призрачная” рука на левой стороне тела. Когда появлялась эта фантомная рука, она занимала то же положение, в котором минуту или две назад находилась ее настоящая левая рука. Когда Е.Р. испытывает это ощущение, ей кажется, что у нее три руки. Но стоит ей посмотреть на свою настоящую левую руку, как фан-

томная рука исчезает. Е.Р. знает, что на самом деле у нее не три руки, и понимает, что это ощущение вызвано мозговой травмой. Однако дополнительная рука ощущается так отчетливо, что иногда, когда она ходит за покупками, ей кажется, что она может задеть других покупателей, потому что она чувствует, что в каждой из трех рук у нее по большой сумке.

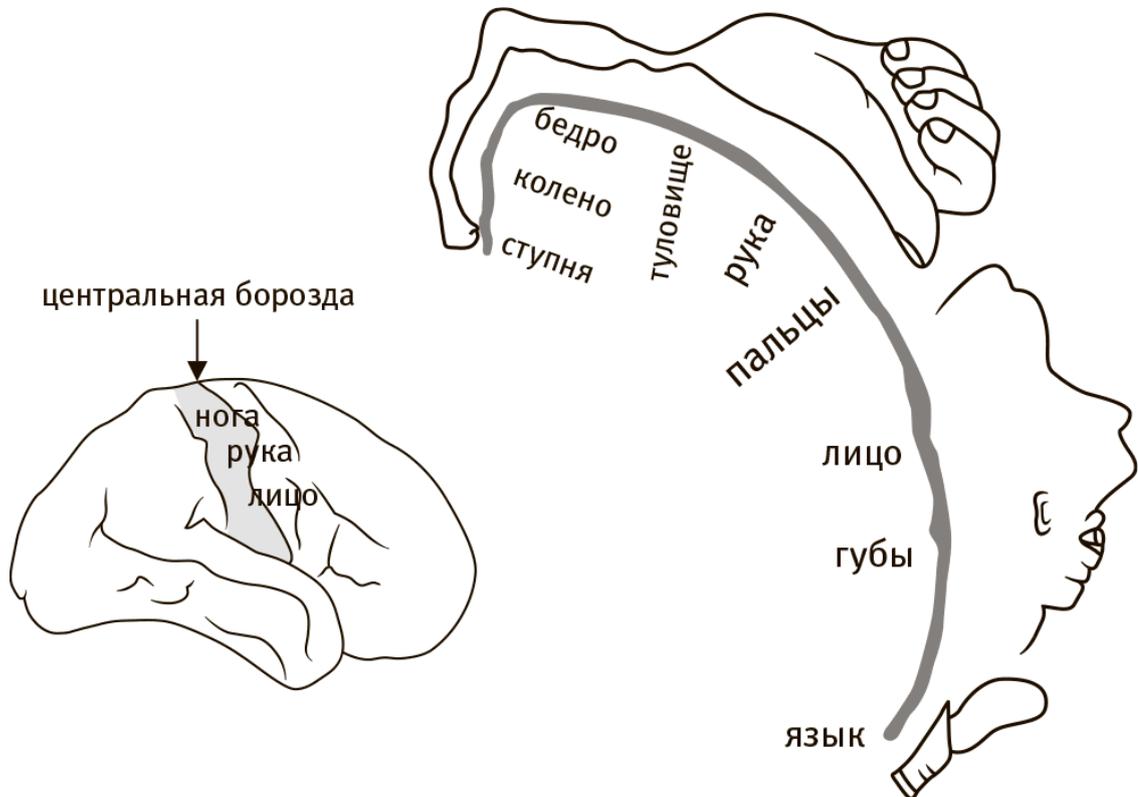


Рис. 3.7. “Чувствительный гомункулус” у нас в мозгу

Сразу за центральной бороздой расположена полоска коры головного мозга, содержащая “карту” различных частей тела. Левая сторона тела представлена на правой стороне мозга, а правая – на левой. Если дотронуться до ноги, то усиление активности будет наблюдаться в верхнем участке этой полоски, а если до лица – то в нижнем. Площадь области, связанной с каждой частью тела, зависит от чувствительности этой части тела, так что губам и пальцам соответствуют обширные области. Лицо и руки на этой карте расположены близко друг от друга.

Источник: Перерисовано с изменениями из статьи: D.J. McGonigle, *The body in question: Phantom phenomena and the view from within* (<http://www.artbrain.org/the-body-in-question-phantom-phenomena-and-the-view-from-within/>).

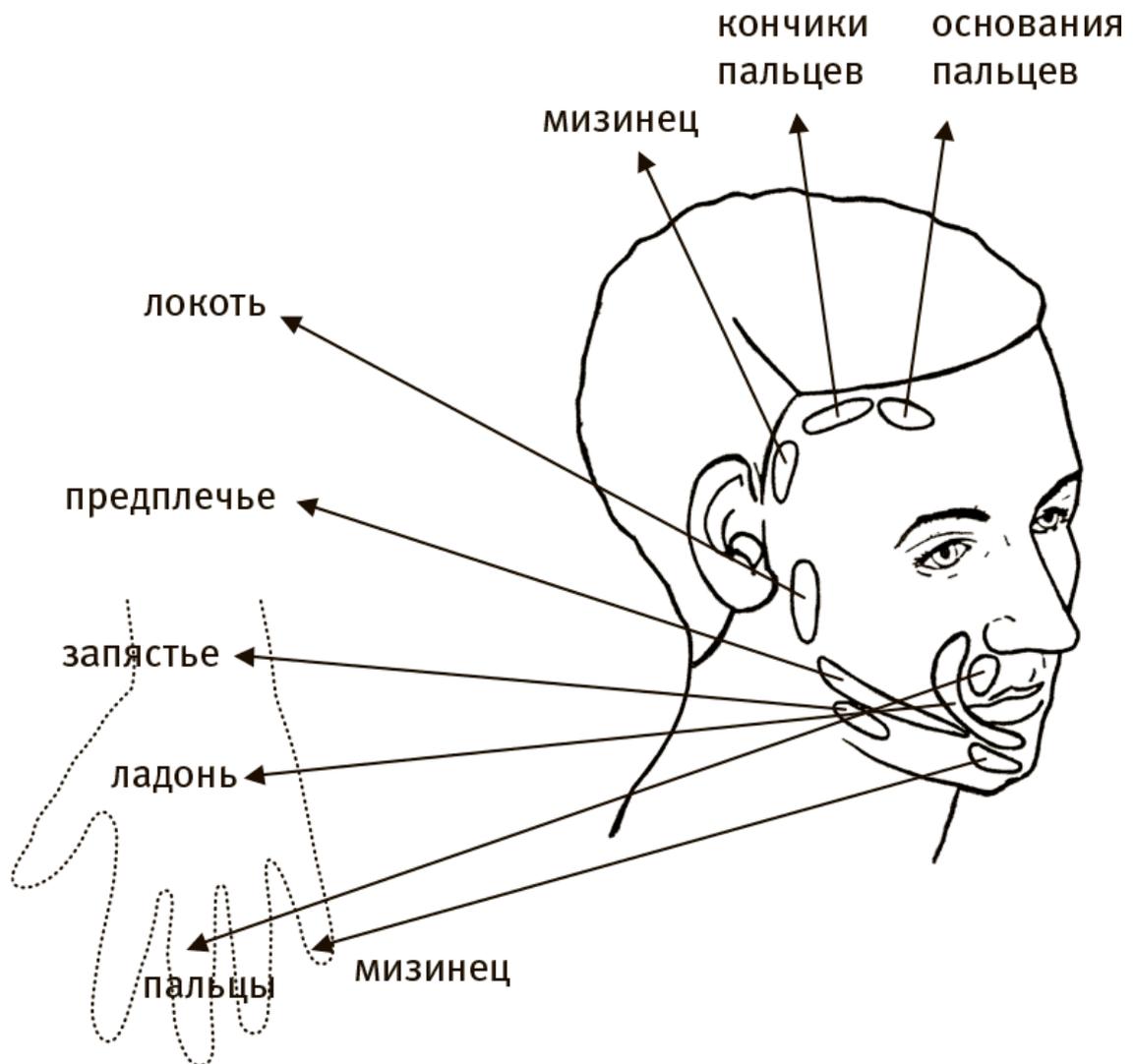


Рис. 3.8. Фантомная рука на лице

После ампутации правой руки пациентка D.M. начала испытывать ощущение фантомной конечности. Когда к правой стороне ее лица прикасались ватной палочкой, она чувствовала это касание наряду с отчетливым ощущением покалывания в определенной части фантомной конечности. На схеме показана связь между участками ее лица и соответствующими им частями фантомной руки.

Источник: Рис. 2 из статьи: Halligan, P.W., Marshall, J.C., Wade, D.T., Davey, J., & Morrison, D. (1993). Thumb in cheek? Sensory reorganization and perceptual plasticity after limb amputation. *Neuroreport*, 4(3), 233–236.



Рис. 3.9. Женщина с тремя руками

После травмы лобной доли коры головного мозга пациентка Е.Р. иногда испытывает ощущение, что у нее есть дополнительная левая рука (и нога). Это ее рисунок, показывающий, что она чувствует, когда ходит за покупками.

Источник: Рис. 2 из статьи: Hari, R., Hanninen, R., Makinen, T., Jousmaki, V., Forss, N., Seppa, M., & Salonen, O. (1998). Three hands: Fragmentation of human bodily awareness. *Neuroscience Letters*, 240(3), 131–134.

Я познакомился с Е.Р., когда она прилетела из Хельсинки в Лондон, чтобы Дейв Макгонигл (из Лаборатории функциональной томографии в Блумсбери мог просканировать ее мозг и узнать, какой его участок активизируется, когда она чувствует, что у нее три руки). Я присоединился к ним, и мы провели всю субботу в лаборатории за очень увлекательными занятиями, что совершенно не нашло отражения в статье, которую мы написали об этом впоследствии⁸³. Е.Р. была уже совсем готова к началу сканирования, когда мы обнаружили (о ужас!), что у нее в мозгу остался зажим, установленный в ходе операции по восстановлению лопнувшего сосуда. МРТ требует использования мощного магнитного поля, поэтому опасно сканировать по этой

⁸³ Написание научных статей во многом похоже на сочинение стихов в каком-нибудь старинном стиле. Всё, что вы хотите сказать, необходимо запихнуть в рамки заранее заданных разделов: введение, методика, результаты, обсуждение. Ни в коем случае нельзя говорить “я” и предпочтительно использовать страдательный залог. Все самое интересное неизбежно остается за кадром. – *Примеч. авт.*

методике мозг людей, у которых в голове находится что-то металлическое⁸⁴. Из чего был сделан этот зажим? Е.Р. временно покинула нас, чтобы кое-что купить на Оксфорд-стрит, а мы тем временем стали пытаться найти хирурга, проводившего эту операцию. Умелое использование мобильных телефонов позволило в конце концов найти его на площадке для гольфа где-то в Финляндии. Зажим оказался из титана, немагнитного материала, а значит, не представлял опасности. Каков же был результат нашего эксперимента? Е.Р. чувствовала, что у нее есть третья рука, всякий раз, когда происходило усиление активности небольшого участка в центральной части ее мозга⁸⁵. Но это оказался не участок, ответственный за *восприятие* положения тела. Это был участок, ответственный за посылание сигналов, *контролирующих* положение тела. Этот факт очень важен для понимания того, как наш креативный мозг доносит до нас сведения о нашем теле.

Со мной всё в порядке

Е.Р. – незаурядная женщина. Она полностью осознаёт, что ее странные ощущения не соответствуют действительности и вызваны повреждением небольшого участка у нее в мозгу. Совсем иные симптомы довольно часто встречаются у людей с повреждениями затылочной части мозга, особенно правого полушария. Левая рука у таких людей обычно парализована и нечувствительна к прикосновениям. Но эти люди, судя по всему, не осознают, что страдают параличом, и настаивают на том, что с ними всё в порядке (этот синдром называется “анозогнозия”). Вилаянур Рамачандран подробно расспрашивал многих таких людей. Его отчеты могут служить иллюстрацией этого удивительного несоответствия между тем, что эти люди считают, и их реальными способностями.

Левая сторона тела миссис F.D. полностью парализована в результате инсульта.

Рамачандран: Миссис F.D., вы можете ходить?

F.D.: Да.

Рамачандран: Можете ли вы двигать руками?

F.D.: Да.

Рамачандран: Обе ваши руки одинаково сильные?

F.D.: Да, конечно, одинаково!

Некоторые из таких людей, похоже, понимают, что не пользуются левой рукой, и пытаются это объяснить.

Рамачандран: Миссис L.R., почему вы не пользуетесь левой рукой?

L.R.: Доктор, меня совсем замучили эти студенты-медики, которые осматривали меня весь день. Я не пользуюсь левой рукой, потому что не хочу.

Особенно удивительно, что некоторые из таких людей считают, что они двигают парализованной рукой, хотя в действительности она остается неподвижной.

Рамачандран: Вы можете хлопать в ладоши?

F.D.: Конечно, могу.

Рамачандран: Можно попросить вас похлопать?

Пациентка машет правой рукой, как если бы она хлопала в ладоши, ударяя о воображаемую ладонь другой руки напротив середины тела.

Рамачандран: Вы хлопаете?

⁸⁴ А также людей с татуировками или несмываемой краской для подведения глаз. – *Примеч. авт.*

⁸⁵ Если вы очень хотите узнать, где именно: в медиальной стенке добавочной моторной области (ДМО) коры правого полушария. – *Примеч. авт.*

F.D.: Да, я хлопаю.

Мозг миссис F.D., похоже, создает у нее ощущение, что она двигает левой рукой, хотя в действительности никакого движения не происходит.

Кто это делает?

Эти люди обладают ложными знаниями не только о положении частей собственного тела, но и о своих взаимодействиях с окружающим миром. Они считают, что как-то взаимодействуют с ним, в то время как на самом деле ничего не делают. Но представьте себе, как бы вы встревожились, если бы сидели тихо, ничего не делая, и вдруг одна из ваших рук начала бы двигаться сама по себе. Такое иногда случается у людей с мозговыми травмами. Это расстройство называют синдромом чужой руки. “Чужая” рука, например, сама хватается за дверные ручки или берет карандаш и начинает выводить им какие-то каракули. Людей с таким синдромом отнюдь не радует подобное поведение собственной руки: “Она делает не то, что я хочу”. Они часто пытаются удержать непослушную руку другой рукой. У одной пациентки левая рука цепко хваталась за все подряд, тянула ее за одежду и даже хватала ее за горло во сне. Ложась спать, она привязывала эту руку к кровати, чтобы она не вытворяла по ночам ничего подобного.



Рис. 3.10. Чужая рука

В фильме Стэнли Кубрика “Доктор Стрейнджлав, или Как я перестал бояться и полюбил бомбу” (1964) у доктора Стрейнджлава (которого играет Питер Селлерс) правая рука ведет себя своевольно. В этой сцене он пользуется левой рукой, чтобы не дать правой руке задушить его.

“Но ведь это люди с мозговыми травмами, – говорит профессор английского языка. – У меня нет таких проблем со своим телом. Может быть, я и неуклюжа, но я всегда знаю, что делаю. И знаю, когда я это делаю”.

“Мне известно это ощущение, – отвечаю я. – Но это иллюзия”.

Дэниэл Вегнер высказал идею, что мы не знаем наверняка, сами ли мы совершаем собственные действия⁸⁶. Все, что мы *знаем*, – что у нас есть намерение совершить то ли иное действие, а затем, через некоторое время, это действие происходит. Исходя из этого, мы *предполагаем*, что наше намерение и послужило причиной действия. Но Вегнер не остановился на формулировке этой идеи. Он провел некоторые эксперименты, чтобы ее проверить. Он заключил, что, если действие происходит после того, как у человека было желание его совершить, он будет думать, что сам совершил это действие, даже если в действительности его совершил кто-то другой. Условия эксперимента – довольно хитрый фокус. У каждого испытуемого есть напарник (который на самом деле – помощник экспериментатора). Испытуемый, как и его напарник, кладет указательный палец правой руки на специальную мышку. Двигая этой мышкой, можно передвигать курсор на экране компьютера⁸⁷. На этом экране есть множество разных объектов. Через наушники испытуемый слышит, как кто-то называет один из этих объектов. Испытуемый думает о том, чтобы передвинуть курсор в сторону этого объекта. Если в этот момент его напарник (который тоже получает инструкции через наушники) передвигает курсор в сторону этого объекта, испытуемый с большой вероятностью считает, что сам совершил это движение. Разумеется, для этого опыта принципиальное значение имеет совпадение во времени. Если курсор сдвигается до того, как испытуемому пришла в голову эта мысль, у него не создается ощущения, что это он передвинул курсор. Если курсор слишком долго движется после этого, такого ощущения тоже не будет. Но если интервал между мыслью и движением курсора составляет от 1 до 5 секунд, испытуемый будет считать, что это он совершил данное движение, даже если его рука при этом оставалась неподвижной.

Возможен и противоположный эффект. В этом случае человек совершает действие, но остается в глубоком убеждении, что ничего не делал. Причем этот эффект наблюдается не только в лабораториях психологов. Он проявляется и “в жизни” и может иметь пагубные последствия. Но сейчас я не стану рассказывать о нем подробно. Сейчас мы говорим только о том, как мы получаем сведения о материальном мире, в том числе о нашем собственном теле. Иллюзия, что человек не совершает то или иное действие, возникает оттого, что он думает, будто это действие совершает кто-то другой. В этой иллюзии задействован наш внутренний мир – мир нашего сознания, до которого мы дойдем только в шестой главе.

И где же здесь “вы”?

Моя задача в этой главе состоит в том, чтобы убедить вас, что у вас нет привилегированного доступа к сведениям о своем собственном теле. Для этого я представил вам свои наблюдения, касающиеся различных ступеней той иерархической системы знаний, которые позволяют нашему телу взаимодействовать с окружающим миром. На нижней ступени находятся сведения о положении тела в пространстве. Они совершенно необходимы, чтобы протянуть руку и что-нибудь взять. Это у вас прекрасно получается. Однако вам очень мало известно о точном положении разных частей вашего тела в пространстве, а то, что вам известно, порой не соответствует действительности. На следующей ступени находятся сведения о том, как и когда двигаться, тоже необходимые, чтобы брать что-нибудь рукой. Вы хорошо умеете быстро протянуть руку и можете по ходу этого действия скорректировать ее движения. Однако иногда вы даже не знаете о том, что быстро и точно скорректировали движение своей руки. На следующей ступени находится знание того, что именно вы совершаете эти движения. Но даже в этом принципиальном вопросе можно иногда ошибаться. К чему же мы в итоге придем? Знаете ли

⁸⁶ Все подробности можно узнать из его замечательной книги “Иллюзия сознательной воли”. – *Примеч. авт.*

⁸⁷ Этот эксперимент на самом деле представляет собой разновидность известного трюка со спиритической доской – но об этом не стоит упоминать в заявках на исследовательские гранты. – *Примеч. авт.*

вы о себе хоть что-нибудь? Что остается от “вас”, если вы не ощущаете собственного тела и не осознаёте собственных действий?

Если помните, действия, которые мы рассмотрели во всех этих примерах, очень просты. Если кто-то бросает вам мячик, вы не думаете об этом мячике. Вы его просто ловите. Но как обстоят дела с действиями, которые требуют обдумывания, потому что вы оказываетесь в новой ситуации и не можете прибегнуть к отработанным операциям?

Элоди Варрен исследовала, как люди ходят по беговой дорожке. Она могла варьировать сопротивление дорожки, так что идти по ней становится сложнее или проще. В одном эксперименте она говорила испытуемым, что после нескольких минут ходьбы по дорожке ее сопротивление начнет постепенно увеличиваться. От испытуемого требовалось отследить момент, когда сопротивление изменится. Кроме того, нужно было отреагировать на изменение сопротивления изменением характера ходьбы. Если испытуемого просили сохранить прежнюю скорость, ему надо было прилагать при этом больше усилий. Если его просили не менять прилагаемых усилий, ему надо было сбавить скорость. Важно в этом эксперименте то, что действие, которое требовалось совершить, не было автоматической реакцией на изменение сопротивления дорожки. Это действие должно было стать результатом осознанного выбора, основанного на полученных только что указаниях. Эксперимент показал, что люди правильно меняли характер ходьбы за несколько секунд *до того*, как замечали, что сопротивление дорожки увеличилось. Иными словами, наш мозг может отследить изменение сопротивления и изменить характер ходьбы, при том что мы сами не будем знать, что сопротивление изменилось и что мы изменили характер ходьбы. Мы можем, сами о том не подозревая, решить выполнить некоторые действия, соответствующие полученным указаниям, и привести это решение в исполнение. Самые необычные примеры того, как люди делают что-либо, сами того не осознавая, касаются действий, совершаемых под гипнозом. Вот один характерный случай⁸⁸:

Мы с испытуемым сидим в лаборатории. Пока мы говорим о последнем матче по боксу, оператор трижды стучит карандашом по столу. В то же мгновение – без преувеличений – глаза испытуемого закрываются, и он погружается в глубокий “сон”. [Далее оператор производит с испытуемым, погруженным в это сомнамбулическое состояние, различные опыты, демонстрирующие действие гипноза.] <...> Затем мы будим его.

Он тут же начинает говорить о том матче по боксу!

Зашедший в лабораторию посетитель прерывает его:

– *Что вы знаете о гипнозе?*

Испытуемый выглядит удивленным:

– *Да ничего не знаю.*

– *Когда вас в последний раз гипнотизировали?*

– *Меня никогда не гипнотизировали!*

– *Знаете ли вы, что были погружены в транс всего десять минут назад?*

– *Глупости! Меня никто никогда не гипнотизировал, да никто и не смог*

бы это сделать.

Психологи относятся к гипнозу крайне настороженно. Репутация этого метода запятнана обвинениями в мистицизме и надувательстве. В то же время исследования гипноза очень помогли психологии утвердиться как научной дисциплине. Неприятности начались с Антона

⁸⁸ Приведенный ниже отрывок взят из книги Джорджа Эстабрука “Гипноз”, из главы о “применении гипноза на войне”. Эстабрук был стипендиатом Фонда Родса, выпускником Гарварда и председателем отделения психологии Университета Колгейта. Он был крупным специалистом по гипнозу, активно работавшим во время Второй мировой войны. Он считается автором идеи использовать гипноз для создания идеальных тайных агентов: при этом человек сам не знает, что он тайный агент. – *Примеч. авт.*

Месмера. Он разработал способ лечения (впоследствии названный месмеризмом), основанный на теории животного магнетизма. Месмер добился немалых успехов, вначале в Вене, а затем в Париже. В 1784 году Людовик XVI созвал королевскую комиссию из выдающихся ученых под председательством Бенджамина Франклина (американского посла), чтобы дать оценку притязаниям Месмера. Комиссия пришла к выводу, что Месмер действительно вылечивал людей, но его теория была ошибочна. Его способ лечения работал благодаря “воображению и имитации” (т. е. психическим процессам), а не каким-либо физическим силам. Репутация Месмера была испорчена, и он уехал из Парижа⁸⁹, но его метод продолжали использовать, и к середине XIX века из месмеризма вырос гипноз. Его использовали для обезболивания перед хирургическими операциями, а также впоследствии для лечения истерии. Казалось, что, пользуясь гипнозом, можно исследовать, каким образом из мыслей возникают действия. Механизм этого психологического процесса вызывал огромный интерес не только у практикующих врачей, таких как Зигмунд Фрейд, но и у психологов, таких как Уильям Джеймс.

Во времена господства бихевиоризма гипноз стал для психологии маргинальным предметом. Если просто смотреть на людей, нельзя увидеть никакой разницы между теми, кто делает что-то под действием гипнотического внушения, и теми, кто просто делает то, что ему сказал делать человек в белом халате. Для бихевиориста загипнотизированный человек просто играет предписанную ему роль. Конечно, если спрашивать людей, что они при этом ощущали, эти два случая окажутся совершенно разными. Когда мы играем какую-то роль, мы знаем, что это игра. Когда же мы делаем что-то под действием гипнотического внушения, мы сами не знаем, что делаем.

Исследования гипноза по-прежнему остаются маргинальным направлением научной психологии, но использование этого метода позволяет проводить ценные эксперименты. Вот один из них, о котором я узнал от Джона Моргана.

Была загипнотизирована группа поддающихся внушению, но в остальном совершенно нормальных студентов университета. Затем им дали задание на ассоциации между словами. Экспериментатор зачитывал им слова из списка, а испытуемые должны были называть первое слово, которое приходило им в голову (кровать – подушка, мост – река, сад – лужайка, и т. д. и т. п.). Затем, пока испытуемые по-прежнему находились под гипнозом, им говорили, что они не смогут вспомнить, что выполняли это задание. Затем экспериментатор вновь зачитывал им тот же список слов, и испытуемые должны были снова называть первое слово, которое приходило им в голову.

Вопрос был в следующем. Если бы у испытуемого была “настоящая” потеря памяти, вызванная мозговой травмой, в результате которой он не мог вспомнить, что только что выполнял это же самое задание, какие слова он называл бы: другие или снова те же?

“Конечно, другие, – говорит профессор английского языка. – Какое именно слово человек назовет – это дело случая. На слово “дерево” есть столько разных ассоциаций, что крайне маловероятно, что человек два раза назовет одно и то же слово”.

“Большинство людей так и думают, – надменно отвечаю я. – Кроме тех, кто ходил на лекции по нейрофизиологии”.

Я знаю, что профессор английского ошибается, потому что знаю результаты исследований людей с тяжелыми формами потери памяти, которые действительно не могут вспомнить, что только что уже выполняли это задание. Эти люди обычно называют те же слова, что они называли в прошлый раз. При этом они могут называть их немного быстрее⁹⁰.

⁸⁹ В результате он избежал Революции, в отличие от некоторых членов королевской комиссии, попавших на гильотину. – *Примеч. авт.*

⁹⁰ Это получается в результате бессознательного заучивания, на которое не влияет травма, вызывающая потерю памяти. У испытуемого в мозгу остается временный след от каждого названного слова. В результате ему легче снова повторить те же слова. – *Примеч. авт.*

В эксперименте с гипнозом испытуемые, повторно выполнявшие задание на ассоциации, называли другие слова. Они считали, как и профессор английского языка, что так и должно происходить, если ты не помнишь, что уже выполнял это задание, и действовали в соответствии с этим представлением. Но они не осознавали, что делают это. Вот что должен был без их ведома делать в этом эксперименте их мозг. Во-первых, он должен был установить общую стратегию выполнения задания на ассоциации между словами: “не называть те же слова, что в прошлый раз”. Во-вторых, чтобы этой стратегии можно было следовать, он должен был запомнить, какие слова были названы в прошлый раз. В-третьих, он должен был следить за каждым действием, чтобы противостоять сильной тенденции к повторному называнию тех же слов.

Итак, мы оказались у самой вершины иерархической системы, управляющей нашими действиями. И мы узнали, что наш мозг может задать себе стратегию и следить за ее выполнением без нашего ведома. Мои знания о собственном теле и о том, как оно взаимодействует с окружающим миром, получены не напрямую и недостоверны. Многие из таких сведений мозг от меня скрывает, а многие придумывает. Так почему же, когда я смотрю в зеркало, мой мозг не показывает меня таким, какой я есть на самом деле – молодым, стройным, с густыми черными волосами?



Рис. 3.11. Автор этой книги, какой он есть

Здесь, в конце первой части этой книги, если все идет по плану, вы должны быть несколько обескуражены. Вы убедились, что наше ощущение непосредственного и непринужденного взаимодействия с окружающим миром – с помощью наших чувств и действий – представляет собой иллюзию. У нас нет прямой связи ни с окружающим миром, ни даже с собственным телом. Наш мозг создает эти иллюзии, скрывая от нас все сложные процессы, задействованные в получении сведений о мире. Мы совершенно не в курсе множества умозаключений и решений, которые постоянно принимает наш мозг. Когда с нами что-то не в порядке, наше восприятие мира может и вовсе не соответствовать действительности. Но как тогда мы вообще можем быть хоть в чем-то уверены? И если наша связь с материальным миром столь ненадежна, как мы можем надеяться проникнуть в мир сознания других людей?

Теперь, когда мы разделили мозг и сознание и рассмотрели их по отдельности, я постараюсь вновь соединить их вместе и вновь уверить вас в том, что мы можем доверять своим ощущениям (в большинстве случаев).

Часть вторая

Как наш мозг это делает

4. Развитие способности предсказывать последствия

Все, что мы знаем о материальном мире, включая все, что мы знаем о собственном теле, идет от нашего мозга. В первой части этой книги я показал, что мозг не просто пассивно передает нам сведения, как какой-нибудь телевизор. Наш мозг активно создает образы окружающего мира. Мы знаем, как творчески он может подходить к этой задаче, потому что иногда эти образы совершенно не соответствуют действительности. Это открытие нас шокирует и заставляет задуматься о том, как вообще узнать, соответствует ли действительности то, что сообщает нам мозг об окружающем мире. Теперь нам может показаться удивительным, что мозг вообще способен хоть иногда говорить нам правду. Мозг создает свои образы окружающего мира на основе ограниченного набора несовершенных сигналов, поставляемых ему нашими органами чувств. Например, зрительный образ, возникающий в сетчатке наших глаз, двумерен, и все же мозг создает у нас отчетливое ощущение мира, состоящего из распределенных в трехмерном пространстве объектов. К счастью, в девятости девяти случаях из ста образы окружающего мира, создаваемые нашим мозгом, вполне достоверны. Как это может быть?

Закономерные награды и наказания

Изучение окружающего мира без помощи учителя

Наш мозг постоянно изучает окружающий мир. Ему постоянно приходится распознавать встречающиеся предметы, чтобы понять, стоит ли приближаться к ним или избегать их. Ему нужно учиться срывать плоды и не хватать рукой осу, чтобы она нас не ужалила. Более того, это обучение происходит без помощи учителя. Рядом с нами нет никого, кто мог бы всегда подсказать нам, правильно или нет то, что мы делаем.

Один из плюсов научной работы – возможность путешествовать. Каждый месяц где-нибудь проходит конференция, в которой я могу участвовать, и нередко мне готовы оплатить все расходы. И вот я иду по еще одному городу, в котором я никогда раньше не бывал, и ищу конференц-центр, где мне предстоит встретиться со многими людьми, которых я никогда раньше не видел, и где я буду искать среди них тех, кого я уже знаю, чтобы поговорить с ними. Но кто это там? Неужели это мой оппонент, профессор английского языка? А я-то думал, что это естественно-научная конференция.

Я никогда раньше не видел этого города, и все же мне несложно было ходить по нему. Мне нравится приезжать в новые места и одному бродить по улицам. При этом я узнаю для себя много нового, но мне не требуется постоянное руководство учителя. В детстве большая часть обучения тоже проходит без учителя. Никто не научит вас кататься на велосипеде. Чтобы этому научиться, нужно самому это делать. Мы выучиваем основы языка до того, как нас начинают учить. Девятимесячный младенец-американец может научиться отличать разные звуки китайского языка, просто находясь в одной комнате с человеком, говорящим по-китайски.

Как же происходит это обучение без учителя?

Изучение будущего

Ученые завоевывают место в массовой культуре оттого, что люди находят в них самих или в их работе что-нибудь необычное или экстравагантное. Мы знаем, что Галилей бросал что-то с наклонной Пизанской башни, хотя мы толком и не знаем зачем. Мы уверены, что Эйнштейн сделал какие-то очень важные открытия, касающиеся пространства и времени, хотя всё, что мы на самом деле *знаем* о нем, это что у него была забавная прическа.

Иван Петрович Павлов – еще один такой ученый. Несмотря на то что он проводил свои эксперименты уже лет сто назад, все знают, что он добивался, чтобы у собаки выделялась слюна в ответ на звон колокольчика. Это кажется нам экстравагантным по ряду причин. Почему он изучал собак, а не крыс, как большинство ученых?⁹¹ Почему отмечал выделение слюны, хотя намного проще было бы наблюдать какие-нибудь очевидные движения? Почему, чтобы подавать сигнал, он выбрал именно колокольчик? И главное, зачем он вообще все это делал?

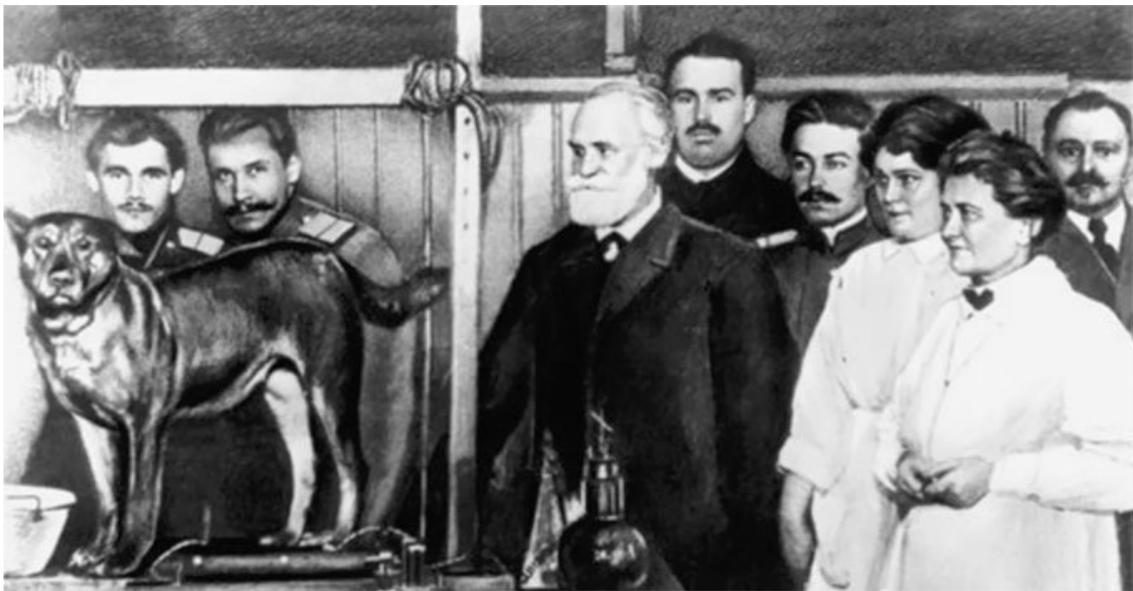


Рис. 4.1. Иван Петрович Павлов (1849–1936)

Фотография Павлова (в центре) с одной из его собак в ходе демонстрации. Павлов открыл классические условные рефлексы – самую базовую форму ассоциативного обучения.

Исследования Павлова важны потому, что позволили открыть некоторые фундаментальные особенности обучения, свойственные в равной степени и животным, и людям. Открытые Павловым закономерности относятся не только к собакам, выделению слюны и звону колокольчика⁹². Павлов изучал выделение слюны, потому что первоначально предметом его интереса было пищеварение. У всех нас, как и у собак, слюна начинает выделяться автоматически примерно через одну секунду после того, как пища оказывается во рту. Это самый первый этап процесса переваривания пищи. Здесь нет ничего удивительного. Между пищей и пищеваре-

⁹¹ Крыс-альбиносов впервые стали использовать в лабораториях для физиологических исследований еще в 1828 году. Первая чистая линия лабораторных крыс была выведена в 1856 году, когда парижский Ботанический сад обзавелся колонией капюшонных крыс. Через 132 года, в 1988 году, эта колония по-прежнему существовала. – *Примеч. авт.*

⁹² Значение работ Павлова оценили почти сразу, и в 1904 году он получил Нобелевскую премию по физиологии. Но в наши дни эти работы не всегда ценят по достоинству, отвергая их вместе с бихевиоризмом, который в течение большей части XX века задерживал развитие психологии, отрицая возможность научного исследования психики. В действительности подход Павлова принципиально отличался от подхода бихевиористов. В отличие от них Павлов живейшим образом интересовался выяснением психологических механизмов, лежащих в основе таких явлений, как открытые им условные рефлексы. – *Примеч. авт.*

нием есть прямая связь. Пища ценна для нас именно тем, что мы можем ее переварить. Павлов назвал процесс выделения слюны в ответ на оказавшуюся во рту пищу *безусловным рефлексом*.

Но Павлов также открыл, возможно случайно, что любой сигнал, подаваемый в момент приема пищи, например звук тикающего метронома, будет сам по себе вызывать слюноотделение. Если звук метронома раздавался непосредственно перед тем, как у собаки во рту оказывалась еда, то после четырех– или пятикратного повторения этой процедуры звук метронома будет вызывать слюноотделение и без всякой пищи. Павлов назвал это *условным рефлексом*. Он предположил, что звук метронома превратился в сигнал приема пищи. У собаки не просто выделялась слюна при звуке метронома. Она также поворачивалась туда, где ей обычно давали еду, и начинала активно облизываться. Услышав звук, собака ожидала появления пищи⁹³.

Звук тикающего метронома “не имеет никакого отношения” к пище, и совершенно неважно, какой именно раздражитель использовать. Павлов испробовал множество разных раздражителей. Запах ванили, звук электрического звонка, вид вращающегося предмета – все эти раздражители могли служить сигналами появления пищи.

Пока мы голодны, мы хотим получить пищу. Пища служит нам наградой. Нас влечет к ней. На вечеринках мы готовы проталкиваться сквозь толпу, неизбежно возникающую у стола с едой, игнорируя все попытки завязать разговор, пока не наберем себе полную тарелку. Павлов показал, что любой раздражитель может стать сигналом появления еды и заставить животных стремиться к этому раздражителю. Вот почему люди на вечеринке машинально стремятся в ту часть комнаты, где толпится особенно много народу. Мы научены, что именно там можно найти еду и напитки.

Кроме того, Павлов показал, что точно такое же обучение происходит и если использовать наказание вместо награды. Если положить собаке в рот что-нибудь неприятное на вкус, она попытается избавиться от этого, трясая головой, открыв рот и работая языком (а также выделяя слюну). Любой раздражитель, например то же тиканье метронома, тоже может служить сигналом подобного наказания, которого мы, как и собаки, будем стремиться избежать.

Павлов нашел экспериментальный метод, позволяющий исследовать самые базовые формы обучения. Такое обучение называют *ассоциативным*, потому что при этом возникает ассоциация между *посторонним* раздражителем и наградой (например, пищей) или наказанием (например, электрическим ударом). Такое обучение играет важную роль в приобретении знаний об окружающем мире. Этот механизм позволяет нам выучить, какие вещи нам приятны, а какие неприятны. Например, цвет может служить сигналом того, что плод созрел. При созревании плоды обычно краснеют или, точнее, становятся менее зелеными, из-за разложения хлорофилла. Мы предпочитаем приятные зрелые плоды неприятным незрелым. И мы можем научиться отличать приятные плоды от неприятных по цвету.

Но слово “ассоциация” можно понять неправильно. Для обучения недостаточно, чтобы звук колокольчика раздавался примерно в то же время, когда собаке дают пищу. Павлов отмечает, что в одном из экспериментов никакого обучения не наблюдалось после того, как 374 раза прозвучал громкий звонок в сочетании с поступлением пищи. Так получалось оттого, что звонок всякий раз раздавался лишь через 5–10 секунд *после* того, как пища оказывалась у собаки во рту. Посторонний раздражитель интересен лишь в том случае, если он позволяет *предсказывать*, что в будущем произойдет что-либо приятное или неприятное. Если этот раздражитель вступает в действие уже после какого-либо важного события, никакого интереса он не представляет. В этом случае мы уже знаем, что важное событие произошло. Такой сигнал не сообщает нам ничего нового, поэтому мы не обращаем на него внимания.

⁹³ Строго говоря, классический павловский термин “условный рефлекс” относится только к связи между звуком метронома и слюноотделением. Поворот головы и ожидание – результат более сложного процесса. – *Примеч. авт.*

Открытая Павловым форма обучения совершенно необходима нам для выживания. Такое обучение позволяет распознавать в окружающем мире все те полезные раздражители, по которым можно узнать, что произойдет в будущем. Но хотя научиться тому, какие вещи окажутся приятными, а какие сулят неприятности, очень полезно, для выживания этого недостаточно. Нам необходимо также научиться, что делать, чтобы получать приятные вещи, и что делать, чтобы избегать неприятностей.

Примерно в то же время, когда Павлов в Санкт-Петербурге вызывал слюноотделение у собак, Эдвард Торндайк в Нью-Йорке помещал кошек в специально сконструированные клетки-головоломки. Это были небольшие клетки с дверцей, которую кошка могла открыть определенным способом, например дернув за веревочную петлю. Торндайк показал, что кошки могут научиться дергать за веревочку, выбираться из клетки и добираться до рыбы, положенной перед клеткой. Но главный вопрос, на который он хотел ответить, состоял в том, как кошки этому обучаются. Торндайк понял, что для ответа на этот вопрос нужно узнать, как они *не* обучаются. Он показал, что кошкам не помогало наличие учителя⁹⁴. Кошки не обучались путем имитации. Неоднократное наблюдение за кошкой, которая уже научилась выбираться из клетки, потянув за веревочку, ничуть не помогало другой кошке. Торндайк также продемонстрировал, что кошки не учатся путем демонстраций. Он брал кошачью лапу в руку и тянул ею за веревочку, тем самым выпуская кошку из клетки наружу, где она могла съесть рыбу. Но и после многих таких демонстраций кошка, которую оставляли в клетке в покое, далеко не сразу тянула за веревочку.

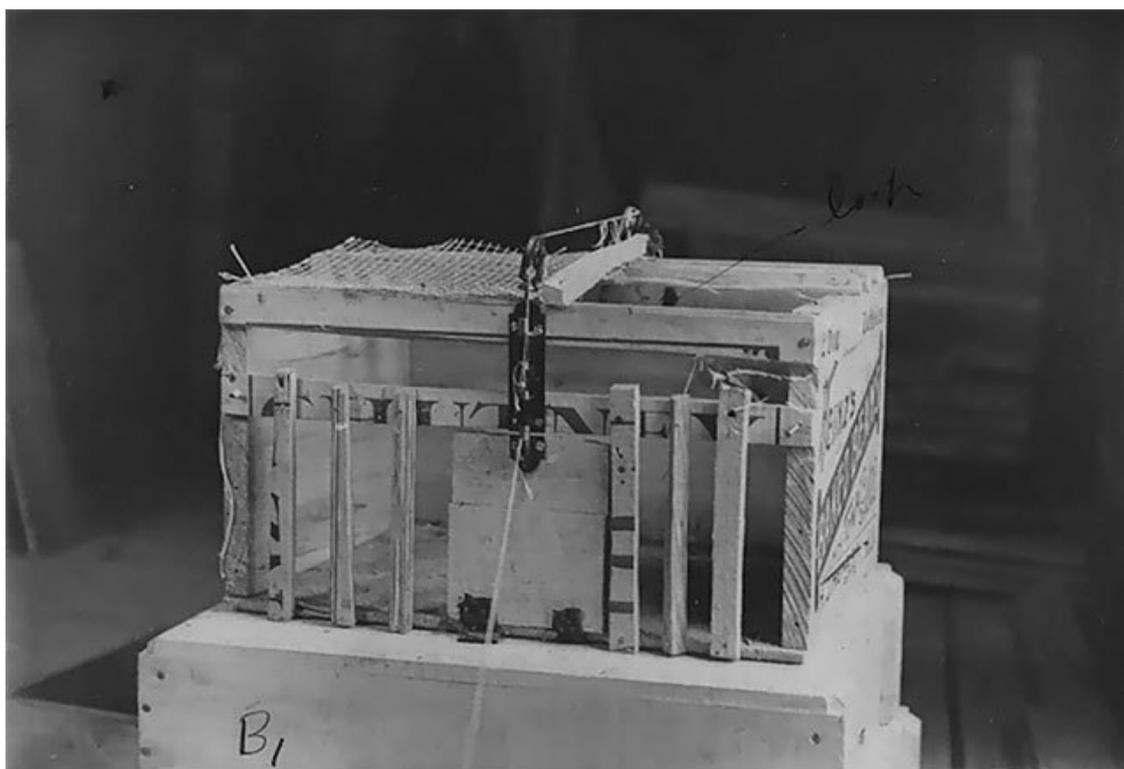


Рис. 4.2. Одна из клеток-головоломок Эдварда Торндайка

⁹⁴ Учить многим вещам можно и без помощи языка. Многим навыкам мы лучше обучаемся путем демонстрации, чем с помощью слов. (Я несколько месяцев как дурак пытался научиться завязывать галстук-бабочку по словесному описанию и схеме, и у меня так ничего и не вышло.) Но другие животные, по-видимому, не учат себе подобных и этим способом. Маленькие шимпанзе учатся пользоваться орудиями, наблюдая за матерью, но мать при этом ничуть не старается научить своего ребенка. – *Примеч. авт.*

Торндайк открыл инструментальное обучение – еще одну базовую форму ассоциативного обучения. Кошка может научиться выбираться из клетки и добираться до рыбы, положенной возле самой клетки.

Торндайк пришел к выводу, что кошки могут научиться выбираться из клетки исключительно методом проб и ошибок. Как только кошку сажали в клетку, она сразу начинала пытаться выбраться наружу и добраться до рыбы. Кошка пыталась протиснуться в любую щель, дергала прутья когтями и кусала их, просовывала в щели лапы и хватала когтями все, до чего могла дотянуться. Рано или поздно она случайно цеплялась когтями за веревочную петлю, дергала ее, и дверца открывалась. Каждый следующий раз посаженная в клетку кошка выбиралась наружу немного быстрее. Ей требовалось все меньше времени, чтобы потянуть за веревочку, пока наконец она не начинала тянуть за веревочку сразу, как только ее сажали в клетку.

Торндайк также понял, что это было тоже ассоциативное обучение. Кошка училась ассоциировать действие (дерганье за веревочку) с наградой (возможностью выбраться из клетки и съесть рыбу). Всем животным свойственна эта форма обучения. Мы, люди, тоже, как кошки, с большей вероятностью выполняем действия, за которыми следует что-то приятное. Обратное тоже верно, как и в случае с обучением, которое исследовал Павлов. Мы с меньшей вероятностью выполняем какие-либо действия, за которыми следует что-то неприятное. Мы также можем научиться действовать в соответствии с некоторой ассоциацией (это происходит, например, при так называемом торможении условного рефлекса). Если дверца перестанет открываться в ответ на дерганье за веревочку, кошка рано или поздно перестанет за нее дергать.

Этот механизм обучения позволяет нам выяснять, какие наши действия скажутся на будущем.

Обучение суевериям

Если кошка научилась выбираться из клетки, дергая за веревочку, это еще не значит, что она разобралась в том, каким образом веревочка открывает дверцу. Она с тем же успехом научилась бы этому, если бы требуемое действие “не имело никакого отношения” к награде, как в случае с обучением, которое исследовал Павлов. *Любое* действие, которое происходит непосредственно перед получением награды, будет повторено с повышенной вероятностью.

Впоследствии ученый следующего поколения после Торндайка, Беррес Фредерик Скиннер⁹⁵, сконструировал названный его именем проблемный ящик, который, по сути, представляет собой усовершенствованный и автоматизированный вариант клетки-головоломки Торндайка. Находящееся в ящике животное нажимает лапкой на рычажок (если это крыса) или клювом на кнопку (если это голубь) и автоматически получает награду или наказание. При этом ведется постоянная запись хронологии всех подобных событий.

Этот ящик позволил Скиннеру продемонстрировать произвольный характер выработки поведенческих реакций в изящнейшем эксперименте с “суеверностью” голубей. Голодного голубя сажали в ящик Скиннера и подавали ему еду через одинаковые промежутки времени, *вообще никак не связанные с его поведением*. Через некоторое время можно было наблюдать неоднократное выполнение голубем того или иного случайно выбранного действия. Один голубь поворачивался в ящике против часовой стрелки, совершая два или три таких пово-

⁹⁵ *Скиннер* был самым выдающимся из всех психологов-бихевиористов. Он прожил интересную жизнь, и о нем рассказывают много разных историй. Он хотел написать роман в жанре “потока сознания” (это правда). Он вырастил свою дочь в ящике Скиннера, и она впоследствии покончила с собой (это неправда). Мне повезло лично познакомиться со Скиннером, когда он посетил лабораторию, где я работал над диссертацией. Думаю, его совершенно не вдохновили мои попытки объяснить свое стремление связать бихевиоризм с теорией информации. Но, как вежливый человек, он сделал вид, что ему интересно, и впоследствии в подобных ситуациях я всегда старался брать с него пример. – *Примеч. авт.*

рота перед появлением еды. Другой голубь раз за разом тыкался клювом в один из верхних углов ящика. У третьего выработалась реакция “подбрасывания”: он как бы просовывал голову под невидимую планку и несколько раз подкидывал ее вверх. Голуби научились повторять любые действия, которые они по чистой случайности совершали перед самым появлением пищи. Скиннер назвал такое поведение “суеверным”, поскольку голуби вели себя так, как будто верили, что их поведение вызывает появление пищи, хотя в действительности это было не так. Он предположил, что суеверное поведение людей может возникать точно таким же образом.

Возможно, именно этим объясняется, что многие спортсмены и их болельщики имеют особые талисманы и большое значение придают ритуальным действиям, выполняемым перед игрой. Некоторые теннисисты всегда определенным образом отбивают мячик от земли, прежде чем сделать подачу. Утверждают, что Горан Иванишевич старался не касаться своей головы или бороды и усов на протяжении всего турнира.

Студенты-психологи быстро взяли эти данные о суеверном поведении на вооружение. У меня есть сведения из надежного источника, что студенты Кембриджа 1968 года выпуска успешно заставили одного выдающегося нейрофизиолога читать лекцию, стоя у левого края подиума, тем, что начинали зевать и ронять карандаши всякий раз, когда он отходил вправо. Интересная особенность подобных экспериментов состоит в том, что они удаются лишь в тех случаях, когда испытуемый не знает, что обучается условиям получения награды или наказания. Для обучения ассоциациям совсем не обязательно понимать, чему обучаешься. Напротив, не понимать, чему обучаешься, даже лучше.

В первой части этой книги показано, как много наш мозг знает об окружающем мире такого, что вообще не достигает нашего сознания. Это в особенности относится к знаниям, получаемым в ходе ассоциативного обучения. Именно поэтому нам кажется, что мы воспринимаем окружающее и действуем с такой легкостью. Мы не осознаём, как много сведений накоплено нашим мозгом, чтобы помочь нам взаимодействовать с окружающим миром. Когда вы прочтете ниже, что мы учимся предсказывать будущее, не забывайте, что обычно мы делаем это неосознанно и непреднамеренно.

Как наш мозг учится?

Обе разновидности ассоциативного обучения связаны с будущим. Мы выучиваем определенные сигналы, которые говорят нам о том, что случится в будущем. Мы выучиваем определенные действия, которые влияют на то, что случится в будущем. При этом, разумеется, будущее предсказывают не сами сигналы. Предсказания делает наш мозг. Мы можем увидеть, как он это делает, непосредственно исследуя активность нервных клеток⁹⁶.

Нервные клетки, в сущности, представляют собой сигнальные устройства. Информация передается из одного конца клетки в другой посредством электричества, примерно так же, как по телефонному проводу (см. главу 5)⁹⁷. Но что происходит, когда сигнал достигает конца клетки? Похожая проблема есть и с телефоном. Между ухом и телефоном нет электрической

⁹⁶ Важнейшие достижения в области изучения механизмов работы мозга были сделаны благодаря методам, позволяющим отслеживать активность отдельных нервных клеток. Дэвид Хьюбел (David Hubel) и Торстен Визел (Torsten Wiesel) в 1958 году впервые показали, что клетки зрительной коры настроены таким образом, чтобы реагировать на специфические зрительные раздражители (в 1981 году они получили за это Нобелевскую премию). Например, некоторые клетки сильно реагируют на вертикальные линии, но совершенно не реагируют на горизонтальные. – *Примеч. авт.*

⁹⁷ Между распространением сигналов по телефонному проводу и по отростку нейрона немало общего, но есть и принципиальная разница: в телефонном проводе электрический ток (то есть заряженные частицы) движется вдоль провода и сам передает сигнал, а в нейроне электрический ток движется снаружи внутрь клетки, и сигнал передается не самим током, а возбуждением клеточной мембраны (если какой-то из ее участков начинает пропускать внутрь заряженные частицы, это вызывает возбуждение соседних участков, которые тоже начинают пропускать ток, и возбуждение распространяется по мембране). Именно поэтому импульс движется по нервному волокну намного медленнее, чем электрический ток по проводам. – *Примеч. перев.*

связи. Их разделяет промежуток. В случае с телефоном эта проблема решается посредством молекул воздуха, с помощью которых передается сигнал. В трубке есть устройство, которое заставляет молекулы воздуха колебаться, эти колебания преодолевают разделяющий трубку и ухо промежуток, и ухо улавливает их. В случае с нервными клетками механизм, обеспечивающий передачу сигнала через промежуток, разделяющий клетки, намного сложнее. В упрощенном виде он выглядит следующим образом. Когда электрический сигнал достигает конца клетки, в щель между клетками выделяется определенное вещество, которое возбуждает следующую клетку. Такой промежуток между клетками называется синапсом (или, точнее, синаптической щелью). Вещества, которые переносят сигнал через синаптические щели, называют нейромедиаторами. В мозгу было обнаружено много разных нейромедиаторов. Нервные клетки можно разделить на типы в соответствии с используемым нейромедиатором.

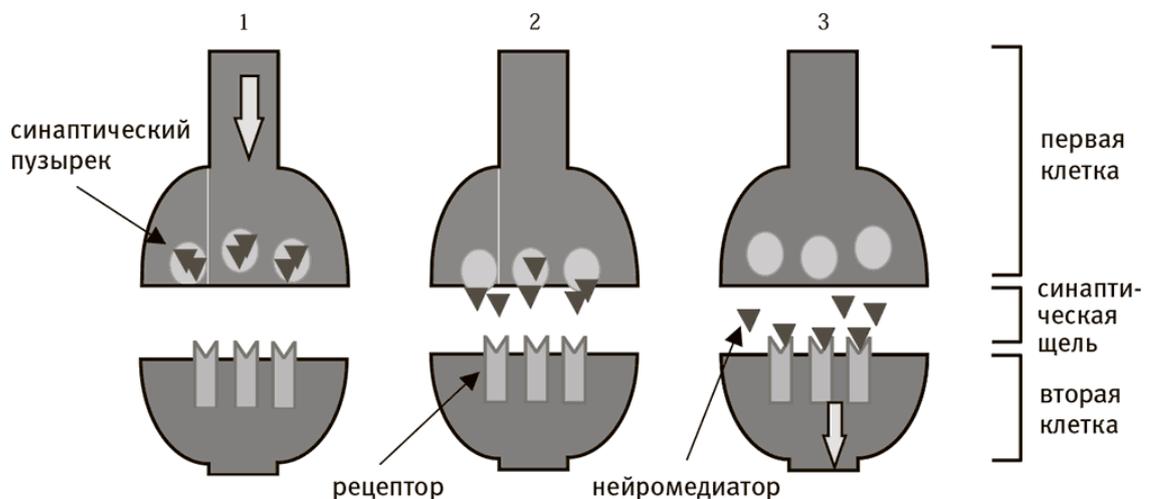


Рис. 4.3. Синапс

Место передачи сигнала от одной нервной клетки к другой

1. Нервный импульс (потенциал действия) достигает пресинаптической мембраны на конце одной клетки.

2. Из-за этого пузырьки подплывают к мембране и выделяют содержащийся в них нейромедиатор в синаптическую щель.

3. Молекулы нейромедиатора достигают рецепторов, расположенных на постсинаптической мембране, принадлежащей второй клетке. Если это возбуждающий синапс и сигнал окажется достаточно сильным, это может запустить нервный импульс во второй клетке. Если это тормозной синапс, то постсинаптическая клетка станет менее активной. Однако каждый нейрон обычно связан синапсами со многими другими, поэтому что произойдет во второй клетке, зависит от суммарного эффекта воздействия всех ее синапсов. Впоследствии нейротрансмиттеры снова поглощаются пресинаптической мембраной, и весь цикл может повториться снова.

К одному из таких типов относятся очень важные клетки, выделяющие нейромедиатор допамин. Эти клетки часто называют клетками награды (reward cells), потому что их активность увеличивается после того, как животное получает пищу или питье. Крыса будет охотно нажимать на рычажок, вызывающий стимуляцию этих клеток, и предпочтет эту стимуляцию даже еде или сексу. Это так называемая самостимуляция⁹⁸.

Вольфрам Шульц отслеживал активность этих клеток в эксперименте на формирование условного рефлекса и обнаружил, что на самом деле это не клетки награды. В этом экспе-

⁹⁸ В романе Майкла Крайтона «Человек-компьютер» (*The Terminal Man*) человеку вживляют электроды в центр удовольствия в мозгу, что приводит к весьма печальным последствиям. — Примеч. авт.

рименте через одну секунду после постороннего, как и в опытах Павлова, сигнала (световой вспышки) обезьяне в рот впрыскивали порцию фруктового сока. Вначале допаминовые нервные клетки играли роль клеток награды, реагируя на поступление сока, но по окончании обучения они перестали активироваться в момент впрыскивания сока. Вместо этого они теперь активировались сразу после того, как обезьяна видела вспышку, за секунду до поступления сока. Судя по всему, возбуждение допаминовых клеток служило сигналом того, что скоро должен быть получен сок. Они не реагировали на награду, а предсказывали ее получение.

Связь работы этих клеток с предсказанием проявлялась еще нагляднее, когда обезьяна видела вспышку, но сока после этого не получала. В тот момент, когда должен был поступить сок, активность допаминовых нервных клеток *снижалась*. Мозг обезьяны предсказывал, когда именно можно ожидать награды в виде сока, и снижение активности допаминовых клеток сигнализировало, что награда не получена.

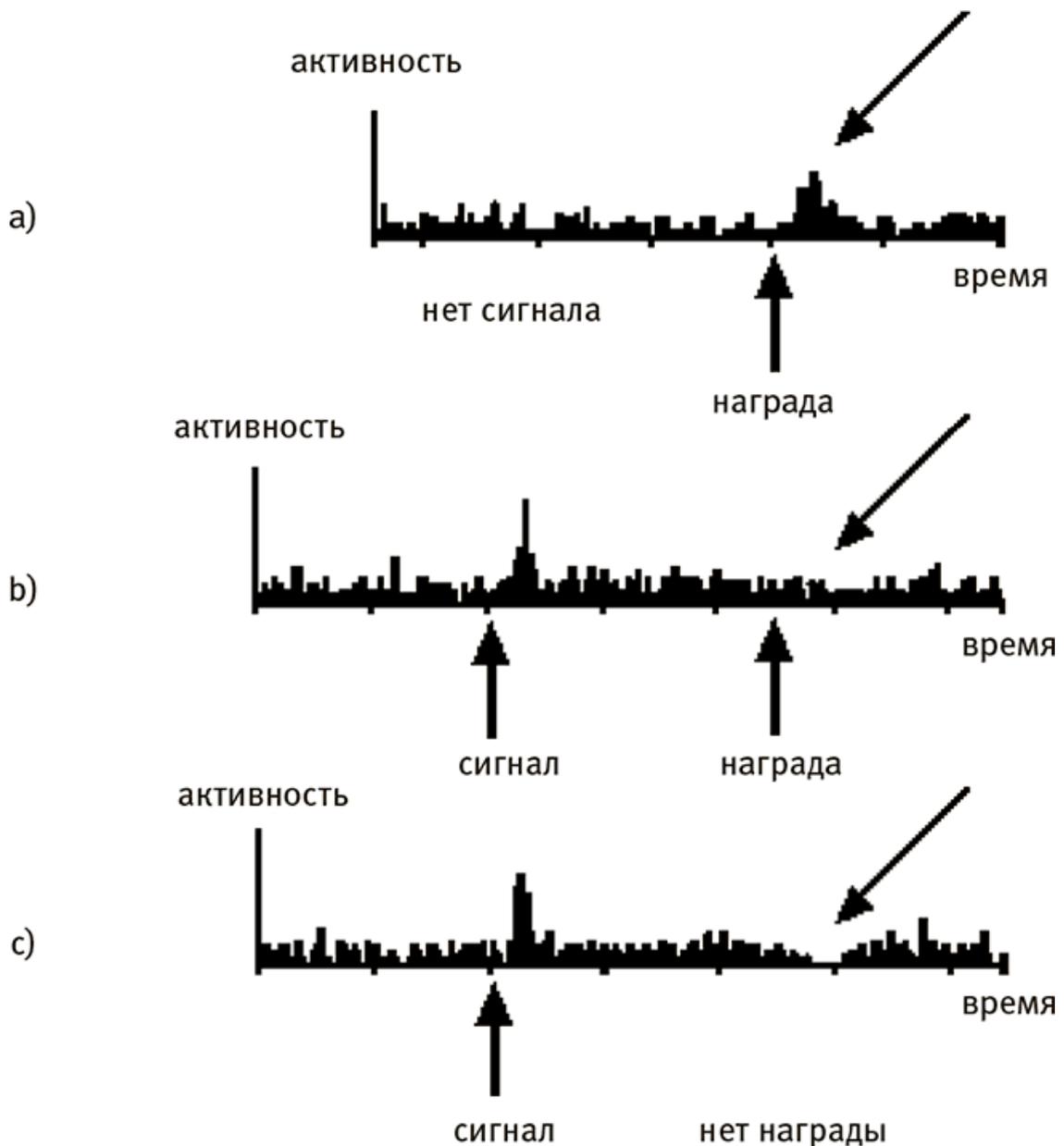


Рис. 4.4. Активность допаминовых нейронов отражает ошибку в предсказании награды. Обезьян обучали ассоциировать световую вспышку (сигнал) с фруктовым соком, впрыскиваемым в рот через секунду (награда), измеряя при этом активность допаминовых нейронов.

(а) Сигнала не поступало, и обезьяна не знала, когда получит награду. Непредвиденная награда вызывает повышение активности.

(б) Обезьяна знала, когда получит награду. Получение награды не вызывает изменений активности. Но обезьяна не знала, когда поступит сигнал. Непредвиденный сигнал, предвещающий награду, вызывает повышение активности.

(с) Обезьяна ожидала получения награды, но не получила ее. Отсутствие предвиденной награды вызывает снижение активности.

Источник: Рис. 3 из статьи: Schultz, W. (2001). Reward signaling by dopamine neurons. *Neuroscientist*, 7(4), 293–302.

Как мы учимся на своих ошибках

Активность этих клеток не служит сигналом награды. Не служит она и сигналом того, что награда скоро будет получена. Активность этих клеток сообщает нам об ошибке в нашем предсказании награды. Если сок поступает тогда, когда мы ожидаем его поступления, значит, никакой ошибки в нашем предсказании нет, и допаминовые клетки не посылают сигнала. Если сок поступает неожиданно, значит, награда превзошла наши ожидания, и эти клетки посылают положительный сигнал. Если же сок не поступает, когда мы его ожидаем, значит, награда не оправдала наших ожиданий, и допаминовые клетки посылают отрицательный сигнал. Эти сигналы, сообщающие нам об ошибках в наших собственных предсказаниях, позволяют нам изучать окружающий мир, не нуждаясь в учителе. Если наши предсказания о чем-то в окружающем мире ошибочны, это означает, что нам нужно что-то сделать, чтобы улучшить качество своих предсказаний.

Еще до того, как выяснилось, что активность допаминовых нервных клеток служит сигналом ошибки в наших предсказаниях, математики разработали алгоритмы, позволяющие машинам обучаться похожим способом.

Для понимания механизмов подобного ассоциативного обучения важна концепция “ценности”. Безусловный раздражитель в экспериментах Павлова обладает внутренней ценностью – положительной в случае еды (награда) и отрицательной в случае электрического удара (наказание). Этот ассоциативный механизм работает благодаря тому, что всякий раз, когда мы получаем награду, что угодно, предшествовавшее этой награде, приобретает дополнительную ценность. Даже нечто случившееся задолго до награды становится хотя бы чуть-чуть более ценным. Некоторые из таких вещей никак не связаны с наградой и предшествовали ей по чистой случайности. Но тогда, вероятнее всего, когда что-то подобное произойдет в следующий раз, за ним не последует награды. Это вызовет поступление сигнала об ошибке. Ожидаемая награда не была получена, и ценность не связанного с ней события будет снижена. Но когда происходит нечто, позволяющее правильно предсказать получение награды, сигнал об ошибке не поступает, и такое событие приобретает с каждым разом все большую ценность. Тем самым наш мозг учится присваивать определенную ценность всем событиям, объектам и местам в окружающем нас мире. Многие из них при этом остаются для нас безразличными, но многие приобретают высокую или низкую ценность.

Мы испытываем ощущения, отражающие эту карту ценностей, заключенную в нашем мозгу, когда возвращаемся из долгой заграничной поездки: мы чувствуем прилив эмоций, нарастающий по мере того, как улицы, по которым мы движемся, становятся все более знакомыми.

Стремясь к тому, что обладает высокой ценностью, и избегая того, что обладает низкой ценностью, мы можем получать награды и избегать наказаний. Но этот механизм ассоциативного обучения говорит нам только о том, какие вещи обладают высокой ценностью. Он не говорит нам, как добиться этих ценных вещей. Кошки Торндайка, когда их впервые сажали в

клетку-головоломку, знали, что рыба обладает высокой ценностью, но при этом не знали, что сделать, чтобы до нее добраться.

Механизм, позволяющий научиться, что делать, чтобы получать награды (или избегать наказаний), тоже существует. Его называют алгоритмом временных различий. Используя этот метод, машина может определить наилучшую последовательность действий, которые требуется совершить, чтобы получить что-либо ценное. Этот метод известен также как “модель актера и критика”. Одна часть программы, “актер”, решает, какое следующее действие предпринять. Другая часть, “критик”, оценивает, насколько удачным было это действие. Критик сообщает актеру обо всех ошибках, допущенных в предсказаниях. Удачным действием считается такое, после которого наше положение *сейчас* оказывается лучше, чем было до того. Критик всякий раз сообщает о происходящих изменениях ценности (отсюда “временные различия”). Ценность положения повышается после действий, которые приближают нас к награде. Это позволяет нам искать пути, ведущие к получению награды. Самой высокой ценностью обладает место возле самой награды. По мере удаления от награды ценность уменьшается. Двигаясь в сторону мест с более высокой ценностью, мы рано или поздно доберемся до награды. При этом, разумеется, в окружающем мире нет никаких отметок, указывающих ценность того или иного места. Эти отметки существуют лишь во внутренней модели мира, имеющейся у нас в мозгу и построенной благодаря опыту и обучению.

Вольфрам Шульц и специалисты по вычислительным системам Питер Даян и Рид Монтегю показали, что допаминовые нервные клетки ведут себя именно так, как следовало бы ожидать, исходя из того, что мозг обезьяны пользуется тем же методом обучения, что и машина, использующая алгоритм временных различий. Активность допаминовых клеток и отражает те ошибки в предсказаниях, которые позволяют обезьяне обучаться, не имея учителя. Этот механизм обучения работает отнюдь не только в нервных клетках обезьян. Обучением путем предсказаний можно объяснить также поведение пчел, которые ищут лучшие цветы, и людей, играющих в азартные игры⁹⁹. В обоих случаях обучение путем предсказаний формирует карту возможных действий, на которой отмечено, какие действия с наибольшей вероятностью приведут к награде.

⁹⁹ Компьютерная программа на основе алгоритма ВР может научиться играть в нарды не хуже самых лучших игроков в эту игру. – *Примеч. авт.*

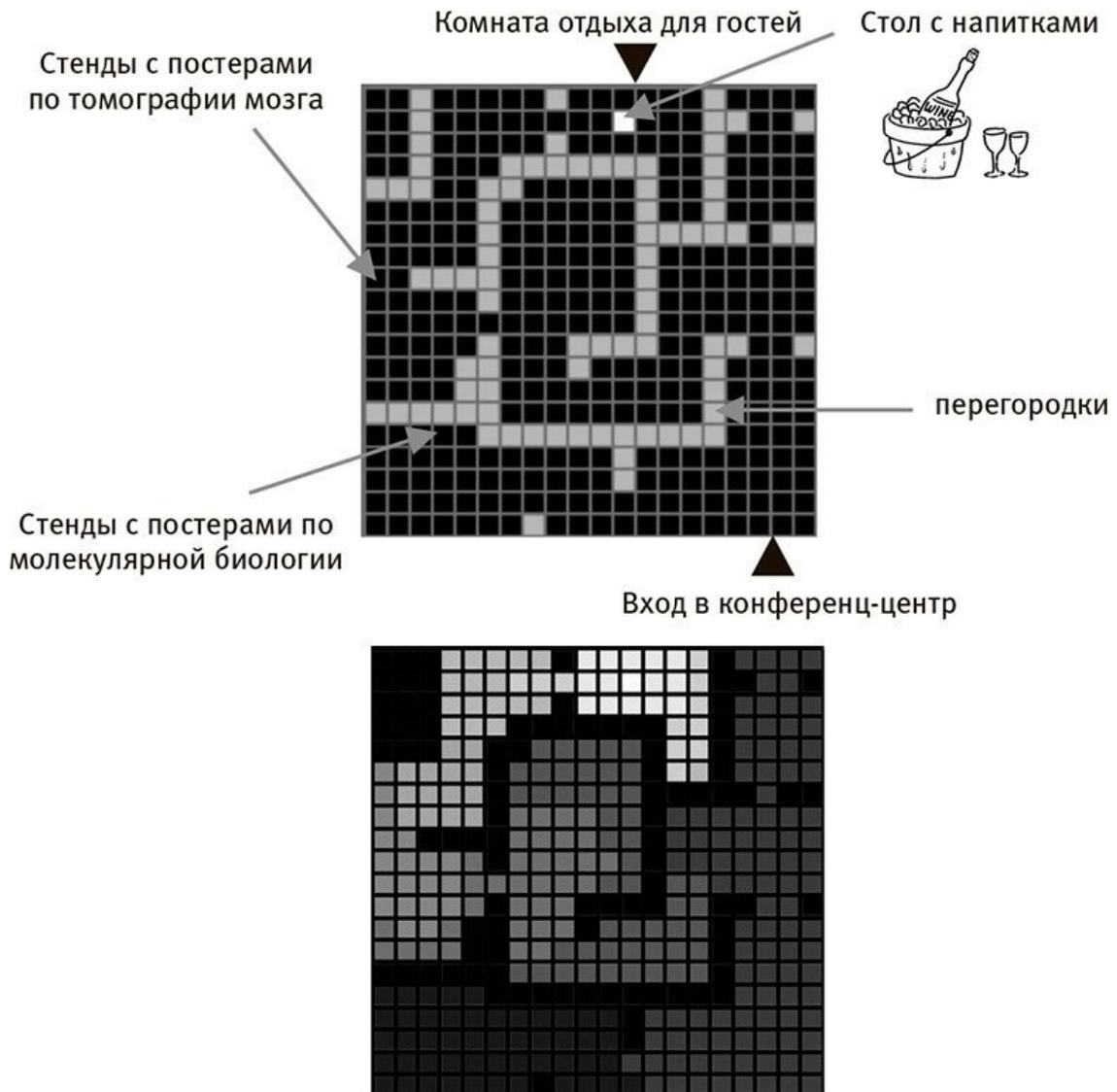


Рис. 4.5. Мозг представляет окружающий мир как пространство возможных наград (reward space)

Верхний рисунок: Карта конференц-центра. Составленная моим мозгом карта конференц-центра как пространства потенциальных наград.

Нижний рисунок: Я прибыл в незнакомый конференц-центр без карты. Стол с напитками скрыт за несколькими перегородками. Я могу найти его только методом проб и ошибок.

После того, как я несколько раз нахожу стол с напитками, мой мозг создает карту конференц-центра как пространства потенциальных наград. Окраска отражает ценность (чем светлее, тем выше ценность). Если я буду двигаться в сторону участков, окрашенных светлее, я рано или поздно доберусь до стола с напитками. Но я не знаю, что руководствуюсь этой картой. Я просто иду к столу с напитками.

Источник: Перерисовано с изменениями из материалов доклада: Bugmann, G. (1996, March 26–28). Value maps for planning and learning implemented in cellular automata. Proceedings of the 2nd International conference on adaptive computing in engineering design and control (ACEDC'96), Plymouth (pp. 307–309).

Составляемая мозгом карта мира

Пользуясь ассоциативным обучением, мозг составляет карту окружающего мира. По сути дела, это карта ценностей. На этой карте отмечены объекты, обладающие высокой ценностью,

сулящие награду, и объекты, обладающие низкой ценностью, сулящие наказание. Кроме того, на ней отмечены действия, обладающие высокой ценностью, которые сулят успех, и действия, обладающие низкой ценностью, сулящие неуспех.

Стоя на пороге университетской столовой, я инстинктивно направляюсь туда, где смогу найти лучшую еду и напитки. Я направляюсь к столикам, за которыми обычно сидят мои друзья, и подальше от столиков, за которые часто садятся специалисты по молекулярной генетике и профессора английского языка. Я автоматически толкаю дверь, которая открывается вовнутрь, и прохожу, не задумываясь, туда, где подают горячее¹⁰⁰. В какой-то момент администрация столовой может решить переставить столики и поменять дверь. Некоторое время я по-прежнему буду пытаться толкать дверь, которая теперь открывается наружу, но рано или поздно карта в моем мозгу будет автоматически подправлена.

Взяв свой обед, я сажусь за столик, и вскоре оказывается, как ни странно, что я сижу рядом с профессором английского языка и пытаюсь убедить ее, что все эти новые данные о том, как мозг познаёт окружающий мир, интересны и важны. Я говорю ей, что для нашего мозга окружающая действительность выглядит не какой-то звенящей разноцветной путаницей, а картой, на которой обозначены открытые перед нами возможности. И что эта карта открытых возможностей обеспечивает нашу глубокую связь с непосредственно окружающим нас миром. Стоит мне только увидеть вон ту кружку, как мой мозг уже начинает играть мышцами и сгибать мои пальцы на случай, если я захочу взять ее в руку.

Я объясняю ей, что именно так наше сознание и встраивается в материальный мир. Именно так наш мозг и изучает окружающий мир без помощи учителя. Я особенно стараюсь убедить ее, что эти идеи – не пустые слова и жесты. Эти идеи подтверждаются строгими математическими уравнениями.

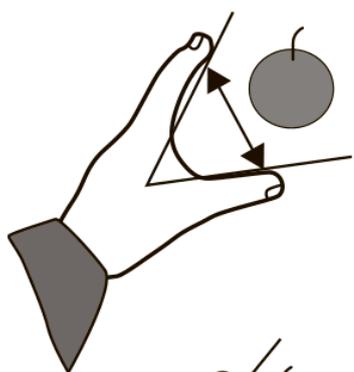
“Неужели вы утверждаете, – отвечает она, – что где-то в моем мозгу есть карты всех мест, где я когда-либо была, и инструкции, как взять в руки все предметы, которые я когда-либо видела?”

Я объясняю ей, что в этом-то, наверное, и состоит самая замечательная особенность этих алгоритмов обучения. У нас есть только одна карта, а не последовательность карт, уходящая в далекое прошлое. У этой карты нет памяти. Она напоминает калейдоскоп, через который мы смотрим на мир. Пока наши предсказания выполняются, узор остается неизменным. Ошибочное предсказание встряхивает этот узор, чтобы на его месте возник новый. Это позволяет нам постоянно подстраивать свое поведение под изменчивый мир.

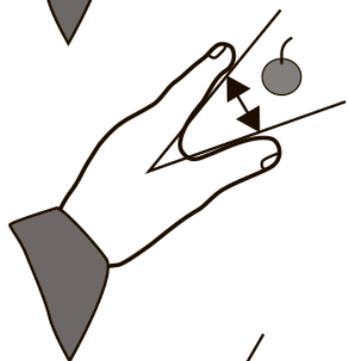
“Может быть, *вы* и живете одним настоящим, – отвечает она, – но я смотрю на мир совсем иначе. Мое сознание наполняют сожаления о прошлом и надежды на будущее, а не сиюминутные ощущения настоящего. А кроме того, – добавляет она, – может быть, ваше сознание и встроено в материальный мир, но мое встроено в мир культуры, создаваемый мыслями и чувствами других людей. Если я и воспринимаю материальный мир, то именно потому, что это вовсе и не я. Это то, отчего мне больно, когда я спотыкаюсь ногой о камень”. На это я ничего не успеваю ответить, потому что она уходит читать свою заключительную лекцию по теме “Поток сознания”¹⁰¹.

¹⁰⁰ Это чисто воображаемый пример. В мире современной науки, исполненном духа конкуренции, за обедом я не обсуждаю с коллегами интересных новых идей, а сижу один в своем кабинете с чашкой низкокалорийного бульона и пишу очередную заявку на грант. – *Примеч. авт.*

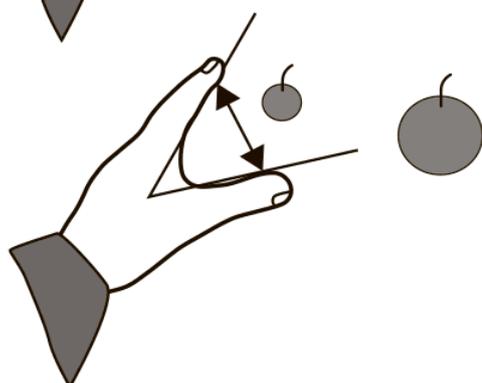
¹⁰¹ Она начинает с попытки Уильяма Джеймса описать внутренний мир младенца, звенящую разноцветную путаницу, затем переходит к попытке его брата Генри Джеймса создать персонажей, описывая их мысли и чувства, и заканчивает рассказом о романе Вирджинии Вулф “Волны”, внутренняя реальность которого представляет собой восприятие мира через призму сознаний героев. В результате возникает парадокс. В этом романе персонажи живут в состоянии глубокого одиночества, изолированные друг от друга, в то время как читатель, оказывается, близко знаком с каждым из них. – *Примеч. авт.*



Рука, широко раскрытая,
чтобы взять яблоко



Рука, слегка раскрытая,
чтобы взять вишню



Рука, протянутая, чтобы взять вишню,
рядом с которой есть яблоко,
раскрывается шире, чем обычно

Рис. 4.6. Наш мозг автоматически готовит программы действий в соответствии с окружающими объектами

Умберто Кастьелло и его коллеги провели ряд экспериментов, показавших, как различные находящиеся в поле зрения предметы вызывают автоматическую активацию реакций (программы действий), требуемых, чтобы протянуть руку и взять в нее каждый из этих предметов, даже если у человека нет осознанного намерения брать их в руки. Это было сделано путем очень точного измерения движений рук испытуемых при взятии различных предметов. Когда мы берем что-либо рукой, расстояние между большим пальцем и остальными пальцами заранее приводится в соответствие с размером предмета. Когда я тянусь за яблоком, я раскрываю руку шире, чем когда тянусь за вишней. Но если я тянусь за вишней, в то время как на столе, кроме вишни, есть еще и яблоко, то я раскрываю руку шире, чем обычно делаю, чтобы взять вишню. Действие, требуемое, чтобы взять вишню, попадает под влияние действия, требуемого, чтобы взять яблоко. Такое влияние возможного действия на совершаемое показывает, что мозг одновременно параллельно заготавливает программы для всех этих действий.

Источник: Перерисовано из статьи: Castiello, U. (2005). The neuroscience of grasping. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(9), 726–736.

Это замечание профессора английского языка напоминает нам о разительном несоответствии между тем, что наш мозг знает об окружающем мире, и восприятием мира нашим сознанием. Ассоциативное обучение позволяет объяснить, как наш мозг приобретает знания о мире, но все это

происходит и остается почти без нашего ведома. Что же тогда представляет собой наше восприятие окружающего мира, обеспечиваемое нашим мозгом?

Как мозг встраивает нас в окружающий мир, скрывая это от нас

Но тут я понимаю, что она права. Что бы ни делал мой *мозг*, я сам, как и она, не ощущаю себя встроенным в материальный мир. Мои ощущения говорят мне, что я *нахожусь* в этом мире, но отделен от него. Мой мозг умело встроил меня в окружающий мир, но я не чувствую этой встроенности.

Проблема изучения собак, кошек и голубей состоит в том, что мы можем изучать только их *поведение*. Мы ничего не знаем об их ощущениях. Ассоциативное обучение у людей исследовали сравнительно мало, но мы знаем, что такое обучение проходит у людей точно так же, как у других животных. Что же мы ощущаем в процессе такого обучения? Лектор, который обучался переходить на левый край подиума, чтобы студенты слушали его внимательно, похоже, обучался этому, сам не понимая, что происходит. Поставленные по всем правилам эксперименты демонстрируют тот же эффект.

Во второй главе мы увидели, каким скрытным бывает наш мозг. Мы познакомились с экспериментом Пола Уэйлена и его коллег, в котором наш мозг реагирует на зрительный образ испуганного лица, даже если мы не осознаём, что видели его. Джон Моррис и его коллеги провели другой эксперимент, напоминающий эксперименты Павлова, в котором изображения лиц играли роль условного раздражителя. Испытуемым показывали два сердитых лица. После показа одного из них всегда раздавался громкий шум, а после показа другого – нет. У испытуемых вскоре вырабатывался условный рефлекс на лицо, за показом которого следовал шум. Их мозг начинал реагировать на один только вид этого лица так, как он реагировал на звук громкого шума. Но сам испытуемый не осознавал, что уже видел это сердитое лицо, потому что при показе оно было замаскировано другим лицом. Испытуемый обучался этой условной реакции, несмотря на то что сам не осознавал, что видел раздражитель, вызывающий эту реакцию¹⁰².

Ассоциативное обучение совершенно необходимо нам для выживания. Оно встраивает нас в материальный мир и позволяет нам быстро и адекватно на него реагировать. Путем ассоциативного обучения мы приобретаем важные знания об этом мире. Но мы почти не осознаём этих знаний – наше сознание занято более возвышенными вещами. И обычно эти более возвышенные вещи суть наши собственные личные желания и стремления.

Я и мир

Так как же мы воспринимаем себя в окружающем мире? Представьте себе, что я выполняю какое-то очень простое действие, например хожу кругами по комнате, а я тем временем обдумываю следующее предложение. Вот я, а вот мир, в котором я двигаюсь, и это не я. Разница прежде всего в том, что я двигаюсь, а мир остается ровно там же, где и был. И это очень странно, потому что всякий раз, когда я двигаюсь, мои движения вызывают радикальные изменения в том, как мой мозг воспринимает окружающий мир. Даже простое движение глаз уже должно радикально менять мои ощущения. На сетчатку моих глаз, а затем и на зрительную кору в затылочной области мозга проецируется картина мира. Но когда я двигаю глазами, эта проекция полностью меняется. Когда я слева направо обвожу взглядом сад, где стоит елочка, проекция елочки перемещается с правого края сетчатки на левый край. Это радикальное изменение

¹⁰² После выработки этого условного рефлекса “невидимое” лицо, предвещавшее громкий звук, вызывало повышение активности в миндалевидном теле и усиление потоотделения (то и другое – признаки страха). – *Примеч. авт.*

ощущений. И оно ставит перед моим мозгом вопрос, в чем его причина: в том, что движутся мои глаза, или в том, что движется елочка?

Все мы сталкивались с тем, как двусмысленно может восприниматься движение, когда ездил по железной дороге. Мы думаем, что наш поезд тронулся, но вскоре понимаем, что тронулся не он, а другой поезд, на соседней платформе, который едет в обратную сторону. Но мы редко сталкиваемся с двусмысленностью, касающейся того, дерево ли движется относительно наших глаз или наши глаза относительно дерева. Больше ста лет назад этой проблемой заинтересовался Гельмгольц. Он показал, что иногда у нас нет уверенности даже в движении собственных глаз. Когда он заставлял свой глаз сдвинуться, надавив на него пальцем, ему казалось, что это мир сдвигается в сторону¹⁰³. Так почему же обычно, когда мы двигаем глазами, мир для нас остается на месте?

Гельмгольц понял, что наш мозг обладает подробными сведениями о предстоящем движении глаз еще до того, как глаза совершают это движение. Ведь это именно мозг посылает сигналы глазным мышцам, которые вызывают движение глаз. На основании этих сигналов можно предсказать, как именно изменится видимая нами картина, когда произойдет это движение¹⁰⁴. В этом случае наш мозг тоже узнаёт важные вещи о мире путем предсказаний.

Наш мозг может, пользуясь такими предсказаниями, создавать у нас ощущение неподвижности мира, несмотря на то что его зрительный образ прыгает у нас на сетчатке всякий раз, когда мы двигаем глазами. Эта иллюзия неподвижности важна для нашего выживания. Все животные очень чувствительны к внезапным изменениям зрительных ощущений. Любое такое изменение вполне может быть вызвано движением какого-нибудь некрупного животного, которого мы хотим поймать, или крупного животного, встречи с которым мы хотим избежать. Но изменения, вызываемые нашими собственными движениями, не имеют никакого отношения к делу. Предсказывая эти не имеющие значения изменения, мозг может подавить нашу реакцию на них. И тогда мы сможем уделять все свое внимание происходящему в окружающем мире.

Почему мы не можем сами себя щекотать

Было время, когда ученые были очень серьезными людьми, носителями особых знаний, осмыслить которые простой человек и не надеялся. Теперь ученые стали другими. Наша работа теперь подотчетна обществу. Наши исследования должны быть актуальными, доступными для понимания, а лучше всего, если еще и забавными¹⁰⁵. А если есть много разных способов изучать интересующие нас процессы, то почему бы не выбрать самый забавный из них. Следуя этой логике, Сара-Джейн Блейкмор, Дэниэл Уолперт и я решили изучать щекотку. Нам давно уже было известно из личного опыта, подкрепленного научными данными, что самого себя щекотать не получается. Это тоже связано с предсказаниями. Наш мозг может предсказать, что мы почувствуем, потому что сам управляет пальцами, которыми мы при этом двигаем.

В нашей коже есть рецепторы, реагирующие на прикосновение. Эти рецепторы посылают сигналы в области коры нашего мозга, задействованные в восприятии прикосновений (на рис. 3.7 показана первичная соматосенсорная зона коры). Если я проведу пальцами по ладони вашей руки во время сканирования вашего мозга, я отмечу резкое увеличение нервной актив-

¹⁰³ Этот эксперимент вы можете проделать и сами, только не давите на глаз слишком сильно. Это действительно работает. – *Примеч. авт.*

¹⁰⁴ Так почему же мозг не может точно предсказать, что произойдет, когда мы надавим на глаз пальцем? Ну, во-первых, у нашего мозга было мало опыта подобных действий и не было возможности научиться предсказывать их последствия. А во-вторых, всякий раз, когда мы надавливаем на глаз пальцем, мы, скорее всего, надавливаем немного в другом месте, поэтому предсказать последствия очень сложно. – *Примеч. авт.*

¹⁰⁵ Иными словами, такими, чтобы ими могли заинтересоваться СМИ. Но нужно знать меру. Если ваши исследования окажутся слишком забавными, вам могут вручить Антинобелевскую (Шнобелевскую) премию. Эти премии присуждают (1) “за исследования, которые заставляют сначала засмеяться, а потом – задуматься” и (2) “за исследования, которые нельзя воспроизвести – и не стоит воспроизводить”. – *Примеч. авт.*

ности в этих областях мозга в ответ на прикосновение. Но если вы сами точно так же проведете пальцами по собственной ладони¹⁰⁶, я отмечу лишь очень слабое увеличение активности. Когда вы сами прикасаетесь к собственному телу, ваш мозг подавляет эту реакцию.

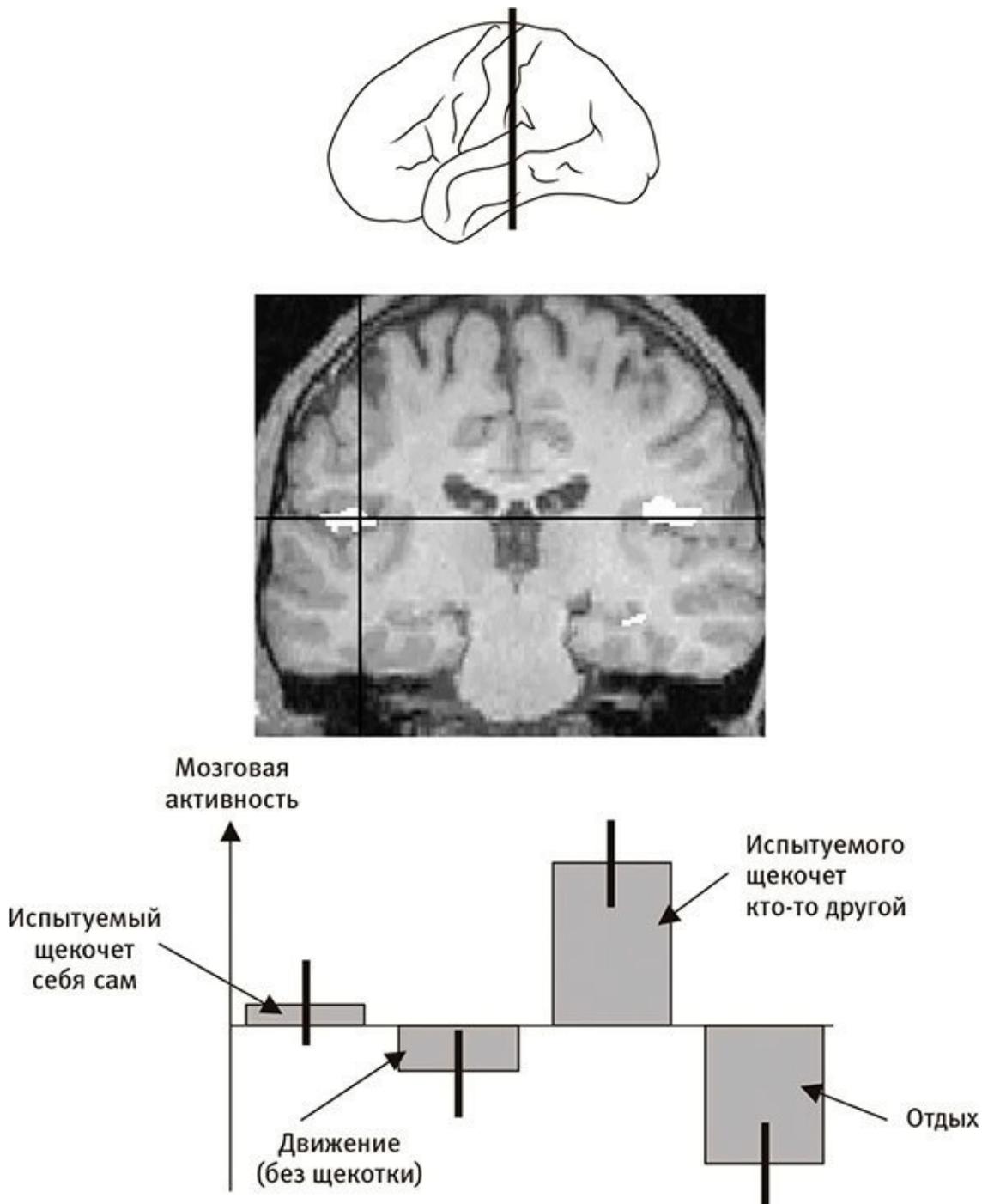


Рис. 4.7. Реакция мозга на щекотку

Срез через центральную часть мозга, на котором показана область, реагирующая на прикосновение (вторичная соматосенсорная кора). Активность в этом участке мозга выше, когда нас щекочет кто-то другой, чем когда мы пытаемся щекотать себя сами, несмотря на то что

¹⁰⁶ Вы спросите, и будете совершенно правы, как я могу быть уверен, что вы сами касались своей ладони *абсолютно* так же, как касался ее я? Чтобы исключить подобную разницу, мы можем воспользоваться чувствительными детекторами движений и механическими руками. Компьютер записывает движения вашей руки, а затем в точности воспроизводит их, двигая механической рукой, которая вас щекочет. – *Примеч. авт.*

сами прикосновения могут быть совершенно одинаковыми. Черные вертикальные отрезки (“усы”) показывают степень изменчивости полученных результатов. К диаграммам без “усов” нужно относиться настороженно.

Источник: По рисункам, переданным Сарой-Джейн Блейкмор, основанным на материалах статьи: Blakemore, S.J., Wolpert, D.M., & Frith, C.D. (1990) Central cancellation of self-produced tickle sensation. *Nature Neuroscience*, 1 (7), 635–640.

Профессор английского языка отдергивает руку, которую я пытаюсь пощекотать. “Тут нет ничего удивительного, – говорит она. – Когда я щекочу собственную руку, ощущение намного слабее. Ясно, что активность моего мозга будет соответствовать моим субъективным ощущениям. Вы же меня уверяете, что это мои ощущения зависят от работы мозга”.

Но томографические исследования также показывают, где именно в нашем мозгу происходит подавление этой реакции. Оно происходит в участке коры, куда первоначально и поступают сигналы о прикосновении. Чтобы это произошло, наш мозг должен предсказать получение этих сигналов и сразу ослабить их в момент поступления.

Многие другие ощущения подавляются точно так же, как щекотка. Мы ощущаем любое свое движение, даже если при этом ничего не касаемся. В наших мышцах и суставах есть рецепторы, которые отмечают, насколько напряжены наши мышцы, а также измеряют углы, под которыми согнуты в суставах части тела. Эти рецепторы возбуждаются всякий раз, когда движутся наши конечности, но реакция мозга на это возбуждение подавляется, если конечностями двигаем мы сами. Если нашей конечностью двигает кто-нибудь другой (то есть происходит пассивное движение конечности), реакция коры нашего мозга оказывается намного сильнее. Наш мозг не может предсказать, что произойдет, когда кто-то другой будет двигать нашей конечностью, и поэтому не подавляет наше ощущение этого движения.

Ощущение, что у нас всё под контролем

Предсказание – хорошая вещь, и по многим причинам. Если мы знаем, что должно произойти, мы можем расслабиться. Нам незачем все время строить новые планы на будущее. Нам нужно менять свои планы только тогда, когда происходит что-то непредвиденное. Кроме того, если мы знаем, что должно произойти, у нас возникает чувство, что ситуация находится у нас под контролем.

Всем нам нравится чувствовать, что всё у нас под контролем. А из всего, что у нас под контролем, лучше всего мы контролируем собственное тело. Но, как это ни парадоксально, мы сильнее всего чувствуем, что всё под контролем, когда не чувствуем почти ничего, потому что мозг подавляет те из наших телесных ощущений, которые он может предсказать. Я беру в руку бокал и пью вино, ощущая только его цвет, вкус и аромат. Я не ощущаю тех многочисленных поправок, которые вносит мозг в мои движения по ходу того, как моя рука протягивается к бокалу и берет его со стола, минуя различные препятствия. Я не ощущаю изменений угла, под которым моя рука согнута в локте, и не чувствую стекла, к которому прижимаются мои пальцы, наилучшим образом смыкаясь вокруг ножки бокала. Я чувствую, что контролирую свое тело, потому что знаю, что я собираюсь делать (пить вино), и могу добиться этого, не прилагая ощутимых усилий. Пока я чувствую, что всё под контролем, мне можно не заботиться о материальном мире действий и ощущений. Я могу оставаться в субъективном мире своих желаний и наслаждений.

Мир воображения

Профессор английского языка считает, что я говорю ерунду. “Может быть, вы и движетесь по миру, как зомби, – говорит она, – но я-то точно всегда знаю, что делаю”. – “Нет, –

отвечаю я. – Большую часть времени вы не знаете, что вы делаете. Вы знаете только, что вы *намерены* делать. До тех пор, пока все происходит в соответствии с вашими намерениями, вы не осознаёте, какие конкретно движения вы совершаете”. Помните эксперимент Пьера Фурнере из третьей главы (рис. 3.3)? Испытуемый думал, что его рука движется прямо, в то время как на самом деле она отклонялась в сторону. Испытуемый хотел двигать рукой прямо, чтобы провести на экране прямую линию, достигающую цели. И он действительно проводил такую линию. Но он не осознавал, что для этого его руке приходится отклоняться от прямой траектории. Испытуемые осознавали лишь то, что они были намерены делать.

Мы можем жить в этом воображаемом мире, мире наших намерений, благодаря способности мозга предсказывать последствия наших действий. Наш мозг заранее знает, сколько времени потребуется на то или иное движение, как будет выглядеть наша рука по окончании этого движения и что мы должны чувствовать по ходу этого движения. И даже если мы вообще не движемся, мы можем вообразить, что совершаем те или иные действия.

Со времени распространения бихевиоризма психологи стали очень настороженно относиться к воображению. Мы не вполне доверяем субъективным рассказам испытуемых. Мы ищем какого-нибудь объективного подтверждения этим рассказам. И поэтому нас радует возможность продемонстрировать, что, когда человек воображает, что совершает то или иное действие, ему требуется на это столько же времени, сколько уходит на то, чтобы действительно совершить это действие. Нас еще больше радует возможность продемонстрировать, что, когда человек воображает, что совершает какие-то действия, в соответствующих моторных участках мозга наблюдается повышение активности. И нас приводит в полный восторг возможность показать, что совершение воображаемых действий может улучшить нашу способность совершать настоящие, объективные действия.

Гуан Ю и Келли Коул просили одну группу испытуемых тренировать мышцу, управляющую мизинцем (так называемую мышцу гипотенара), в течение четырех недель, по пять сеансов в неделю. Испытуемые другой группы должны были представлять себе, что совершают такие же движения, тоже в течение четырех недель, по пять сеансов в неделю. Те, кто вошел в третью, контрольную группу, не выполняли вообще никаких упражнений. По прошествии пяти недель средняя сила, с которой испытуемые могли надавить на что-то мизинцем, увеличилась на 30 % в группе, выполнявшей настоящие упражнения, и на 22 % в группе, выполнявшей мысленные упражнения. При этом в контрольной группе изменение составило всего 2,3 %. Это исследование показывает, что мысленные упражнения могут развивать силу почти наравне с настоящими. Как такое может быть?

Мы учимся путем предсказаний. Наш мозг предсказывает, что произойдет, когда мы совершим то или иное действие, и учитывает ошибки в своих предсказаниях, чтобы в следующий раз показать лучший результат¹⁰⁷. Но если мы ничего не делаем, у нас не будет и результатов, которые можно было бы сравнить с предсказаниями. Не будет и ошибок. Так как же можно чему-то научиться, просто воображая, что совершаешь определенное действие? Обучение в ходе воображаемых тренировок возможно потому, что мозг делает о каждом нашем движении два разных предсказания. Во-первых, он может предсказать, какая именно последовательность команд, посылаемых мышцам, произведет то движение, которое мы хотим совершить. Такое предсказание называют *обратной моделью*, потому что мозг должен рассуждать в обратном направлении от того, что должно на выходе быть у двигательной системы нашего тела (например, движение пальца), к тому, что должно быть на входе (команды, посылаемые к мышцам пальца). Во-вторых, мозг может предсказать, какое конкретно движение произойдет,

¹⁰⁷ Я по-прежнему следую своему правилу говорить, что что-то *делает наш мозг*, в случаях, когда мы сами не осознаём, что он делает. Когда же я говорю, что что-то *делаем мы*, это означает, что мы осознаём, что при этом делает наш мозг. Но и в этом случае *мы* – это тоже наш мозг (см. эпилог). – *Примеч. авт.*

если он пошлет ту или иную последовательность команд нашим мышцам. Такое предсказание называют *прямой моделью*, потому что мозг должен рассуждать в прямом направлении от того, что на входе (команды, посылаемые к мышцам), к тому, что на выходе (движение пальца). Не совершая движений, наш мозг не может проверить, насколько правильным окажется каждое из этих предсказаний. Но нет необходимости совершать движения, чтобы проверить, согласуются ли оба этих предсказания друг с другом. Предсказание прямой модели (какое движение пальца произойдет) должно совпадать с исходной посылкой обратной модели (какое движение мы хотим совершить). Наш мозг может делать эти предсказания и корректировать их, приводя в соответствие друг с другом, не совершая никаких реальных движений. И в результате таких сугубо мысленных упражнений улучшается наша способность совершать реальные действия¹⁰⁸.

Когда система дает сбой

Нам кажется, что двигаться и брать в руки то, что мы хотим взять, довольно легко. Мы привыкли не задумываться об этом. В норме для нашего чувства контроля над собственными действиями характерно слабое осознание подробностей этих действий. Когда мы движемся, мы едва осознаём испытываемые при этом ощущения и редко знаем, какие поправки вносить в свои действия, несмотря на то что эти поправки вносятся постоянно. Но наш мозг, оставаясь на заднем плане, выполняет непростую работу, чтобы дать нам это ощущение легкости.

Ежедневный марафон

Пациент I.W. в результате вирусной инфекции полностью потерял чувствительность конечностей, за исключением восприятия температуры и утомления. Ему известно положение своих конечностей только тогда, когда он может их видеть. Люди с подобными повреждениями мозга обычно не двигаются, несмотря на то что по-прежнему могут управлять своими мышцами. Это происходит оттого, что наш мозг нуждается в телесных ощущениях, чтобы контролировать наши движения. Чтобы послать мышцам руки правильные команды, мозг должен знать, где находится наша рука до начала ее движения, и знать, заняла ли она требуемое положение в конце этого движения. У таких людей, как I.W., мозг может узнавать об этом, только полагаясь на зрение.

I.W. – очень необычный человек. После многих лет упражнений и непростой работы он снова научился ходить, хотя он сразу падает, если выключается свет. Он научился брать предметы рукой, если он видит и сам предмет, и свою руку. Только зрение и позволяет ему узнавать, где находится его рука до начала движения, и ему приходится всякий раз смотреть, чтобы убедиться, что она заняла требуемое положение в конце движения. В норме наш мозг совсем не так контролирует наши действия.

Контроль, которого добился I.W. над своими действиями, не осуществляется машинально. Ему все время приходится напряженно думать обо всех своих движениях. В эти движения не вносятся никаких автоматических поправок. От начала до конца любого действия ему приходится сознательно управлять каждым движением. Его ощущения сильно отличаются от нашего обычного чувства контроля над своими действиями. Чтобы приблизиться к пониманию того, что он чувствует, лучше всего будет, наверное, вспомнить, как мы заставляем себя

¹⁰⁸ Машины могут, пользуясь этим же методом, учиться распознавать объекты (см. главу 5). Такие машины иногда называют машинами Гельмгольца, потому что в них используются те же “неосознанные умозаключения”, существование которых предположил Гельмгольц. В таких машинах работает программа, называемая алгоритмом бодрствования и сна (wake – sleep algorithm). Эта программа тоже делает предсказания двух типов: *распознавание* (recognition), т. е. предсказание того, какой объект вызовет те или иные ощущения (обратная модель), и *порождение* (generation), т. е. предсказание того, какие ощущения вызовет тот или иной объект (прямая модель). Существует гипотеза, согласно которой сновидения возникают у нас в мозгу в процессе согласования этих двух типов предсказаний. Это происходит во время сна, когда от наших органов чувств поступает мало сигналов. – *Примеч. авт.*

двигаться в состоянии крайней усталости. Преодоление каждого дюйма требует приложения невероятных усилий. Так сам I.W. описывает свои ощущения. Он говорит, что его жизнь – это ежедневный марафон.

Внешние силы

Пациентка Р.Н. страдает шизофренией. Один из самых неприятных симптомов ее болезни – ощущение, что она не контролирует своих действий. “Мои пальцы берут ручку, но это не я управляю ими. Их действия со мной никак не связаны”. Психиатры называют это “бредом воздействия”, потому что люди с таким синдромом считают, что их действиями управляют какие-то внешние силы. Разумеется, многие из нас тоже могли бы сказать, что наши действия контролирует кто-то другой. Мы можем чувствовать, что делаем что-то по принуждению – по воле правительства или работодателя. В некотором, вполне прямом смысле многие из моих действий контролирует Трест Уэллкома¹⁰⁹. Но пациентка Р.Н. ощущает намного более жесткий контроль над своими действиями. Когда она двигает рукой, ей кажется, что это не она, а кто-то другой управляет ее движением.

Ощущения пациентки Р.Н. сильно отличаются от ощущений пациента I.W. Она может управлять своими движениями, не особенно о них задумываясь. Ее мозг вносит все необходимые поправки, когда она протягивает руку, чтобы что-то взять. Так почему же она говорит, что какие-то внешние силы контролируют ее движения?

В первой половине XX века Карл Ясперс высказал предположение, что многие из ощущений, описываемых психически больными, понять просто невозможно. Патологическая тревога и депрессии – лишь крайние формы состояний, которые каждый из нас испытывал, но ощущение, что наши действия и мысли напрямую контролирует кто-то другой, не похоже ни на что, когда-либо испытанное большинством из нас. Ясперс критически относился к утверждениям о связи между работой мозга и психологическими процессами. Он называл такие утверждения “мозговой мифологией” и считал, что они не помогут нам понять ощущения психически больных людей.

“И он был прав, – встречается профессор английского языка. – Для объяснения психологических ощущений нужны психологические же теории”. Я не без удовольствия напоминаю ей, что Ясперс также критиковал “психоаналитическую мифологию”.

Но, по-моему, мы всё же можем хотя бы отчасти понять ощущения пациентки Р.Н., пользуясь тем, что мы узнали о мозге. В норме мы едва осознаём все ощущения, которые сопутствуют каждому нашему движению. Это происходит оттого, что наш мозг может их предсказать и подавляет наше восприятие этих ощущений. Но что если с этой предсказательной способностью что-то случится и мы начнем осознавать все эти ощущения? Обычно мы осознаём такие ощущения только тогда, когда нашей конечностью водит кто-то другой. Возможно, именно такой аномалией в работе мозга и объясняется чувство пациентки Р.Н., что кто-то другой водит ее рукой. Она обладает аномальной способностью осознавать телесные ощущения, возникающие, когда она совершает те или иные движения. В результате она действительно ощущает свои действия так, как если бы ими управлял кто-то другой.

Профессор английского языка смотрит на это крайне скептически. “Уж не хотите ли вы сказать, что она может сама себя щекотать?”

“Именно так”. Мне приятно, что она угадала наш ключевой эксперимент. Наши лабораторные исследования показали, что Р.Н. и другие пациенты с похожими симптомами действительно могут сами себя щекотать. Они не чувствовали разницы между ощущениями, возникающими, когда они сами касались своей ладони и когда их ладони касался экспериментатор.

¹⁰⁹ Это та замечательная благотворительная медицинская организация, которая уже 10 лет финансирует мои исследования. – *Примеч. авт.*

По их словам, им было одинаково щекотно. Может быть, мы пока и не до конца понимаем лежащую в основе этого симптома аномалию, но мы начинаем понимать, как эти люди ощущают свои движения. Их мозг больше не подавляет восприятия ощущений, которые неизбежно сопровождают все наши движения. Они действительно ощущают это так, как если бы их конечностями двигал кто-то другой.

Незримое действующее лицо в центре мироздания

Пользуясь своей способностью обучаться и предсказывать, наш мозг связывает нас с миром многими крепкими нитями. Благодаря этим нитям мы воспринимаем мир не как звенящую разноцветную путаницу ощущений; напротив, всё вокруг или привлекает нас, или отталкивает, потому что наш мозг научился присваивать всему определенные значения ценности. При этом наш мозг не только устанавливает, какие предметы привлекают нас, а какие отталкивают. Он также определяет все действия, которые нам может понадобиться совершить, чтобы получить то, что нас привлекает, и избежать того, что отталкивает. Но мы не осознаём этих прочных связей – наш мозг создает у нас иллюзию, что мы – независимые существа, вполне обособленные от этого материального мира.



Рис. 4.8. Иногда мы мельком видим самих себя, движущихся в окружающем мире
Источник: Мауриц Эшер «Рука с отражающей сферой» (1935), литография.

Всегда, когда мы как-то взаимодействуем с окружающим миром, двигаем ли мы конечностями или сами передвигаемся из одного места в другое, мы вызываем сильнейшие изме-

нения в сигналах, поступающих от наших органов чувств. Изображение, воспринимаемое сетчаткой наших глаз, полностью меняется каждые несколько секунд. Но при этом в окружающем мире может не происходить никаких изменений. И нашему мозгу удастся создать у нас ощущение постоянного, неизменного мира, в котором мы и действуем. Мы можем сознательно задуматься о какой-нибудь части своего тела, и тогда она тоже станет частью окружающего мира. Но большую часть времени мы, действующие лица в этом мире, движемся по нему незаметно, как наша собственная тень, которую мы лишь изредка видим краем глаза, пока она не двинется дальше.

Ассоциативное обучение позволяет нашему мозгу выяснять, что ценно для нас в окружающем мире и какие действия нужно предпринять, чтобы это получить.

5. Наше восприятие мира – это фантазия, совпадающая с реальностью

Разновидность обучения, открытая Павловым и Торндайком, служит нам неплохо, но работает очень грубо. Всё в окружающем мире разделяется лишь на две категории: приятное и неприятное. Но мы воспринимаем мир не в таких грубых категориях. Когда я смотрю на сад за своим окном, я сразу вижу такое богатство разнообразных цветов и форм, что кажется безнадежной затеей пытаться донести это ощущение во всей его полноте до кого-нибудь другого. Но в то же самое время, когда я ощущаю все эти цвета и формы, я также вижу их как объекты, которые могу распознать и назвать: недавно подстриженная трава, примулы, старые кирпичные столбы и, в данный конкретный момент, великолепный зеленый дятел с ярко-красной шапочкой. Эти ощущения и распознавания выходят далеко за пределы простых категорий приятного и неприятного. Как же наш мозг открывает для себя то, что есть в окружающем мире? Как наш мозг узнаёт, что вызывает наши ощущения?

Наш мозг создает у нас ощущение легкости восприятия

Примечательная особенность нашего восприятия материального мира во всей его красоте и во всех подробностях состоит в том, что оно кажется нам таким легким. Если верить нашим чувствам, восприятие окружающего мира для нас не проблема. Но это чувство легкости и мгновенности нашего восприятия есть иллюзия, создаваемая нашим мозгом. И мы не знали об этой иллюзии, пока не попытались сделать машины, способные к восприятию.

Единственный способ узнать, легко или сложно нашему мозгу воспринимать окружающий мир, это сделать искусственный мозг, способный к восприятию окружающего. Чтобы сделать такой мозг, нужно установить, из каких компонентов он должен состоять, и узнать, какие функции должны выполнять эти компоненты.

Информационная революция

Основные компоненты головного мозга были открыты нейрофизиологами в конце XIX века. Тонкая структура мозга была установлена путем изучения под микроскопом тонких срезов мозговой ткани. Эти срезы окрашивали различным образом, чтобы увидеть разные аспекты структуры мозга (см. рис. п.4 в прологе). Исследования показали, что мозг содержит множество нервных клеток¹¹⁰ и очень сложную сеть взаимосвязанных волокон. Но главное открытие в области изучения основных компонентов мозга сделал нейроанатом Сантьяго Рамон-и-Кахаль. Путем детальных исследований он показал, что волокна этой сети растут из нервных клеток и, что особенно важно, в этой сети есть промежутки. Волокно, растущее из одной клетки, подходит очень близко к следующей клетке, но не сливается с ней. Эти промежутки и есть синапсы, описанные в предыдущей главе (см. рис. 4.3). Из результатов своих исследований Рамон-и-Кахаль сделал вывод, что основным элементом мозга является нейрон, то есть нервная клетка,

¹¹⁰ По оценкам исследователей кора головного мозга содержит порядка 10 миллиардов нейронов, а мозжечок около 70 миллиардов, всего же нейронов в мозгу почти 100 миллиардов (1011). – *Примеч. авт.*

со всеми ее волокнами и другими отростками. Эта концепция получила широкое признание и стала известна как “нейронная доктрина”¹¹¹.

Но что же, собственно, делают нейроны, эти основные элементы мозга? В середине XIX века Эмиль Дюбуа-Реймон продемонстрировал электрическую природу нервных импульсов. А к концу XIX века Давид Феррье и другие исследователи показали, что электрическая стимуляция определенных участков мозга вызывает специфические движения и ощущения. Электрические импульсы, распространяющиеся по волокнам нейронов, переносят сигналы из одного участка мозга в другой, активируя там другие нейроны или подавляя их активность. Но как могут подобные процессы лежать в основе работы устройства, способного воспринимать объекты окружающего мира?

Серьезный шаг в направлении решения этой проблемы был сделан даже не нейрофизиологами, а инженерами – проектировщиками телефонных линий. Телефонные линии похожи на нейроны: и по тем, и по другим распространяются электрические импульсы. В телефонной линии электрические импульсы активируют динамик на другом конце провода точно так же, как импульсы моторных нейронов могут активировать мышцы, к которым ведут отростки этих нейронов. Но мы знаем, что телефонные линии нужны не для передачи энергии, а для передачи сообщений, будь то в форме речи или в форме точек и тире азбуки Морзе.

¹¹¹ Факт существования этих промежутков удалось окончательно подтвердить только в 1954 году, когда появилась возможность использовать электронные микроскопы. В 1906 году Сантьяго Рамон-и-Кахаль получил Нобелевскую премию вместе с Камилло Гольджи, который изобрел методику окрашивания тканей мозга для исследования их тонкой структуры. В своей нобелевской речи Гольджи отверг *нейронную доктрину*, оставшись верным своей идее, что мозг состоит из непрерывной сети взаимосвязанных волокон. Рамон-и-Кахаль был страшно зол на Гольджи за его “демонстрацию гордыни и самопоклонения” человека, “герметически запечатанного и непроницаемого для непрерывных изменений, происходящих в интеллектуальной среде”. – *Примеч. авт.*

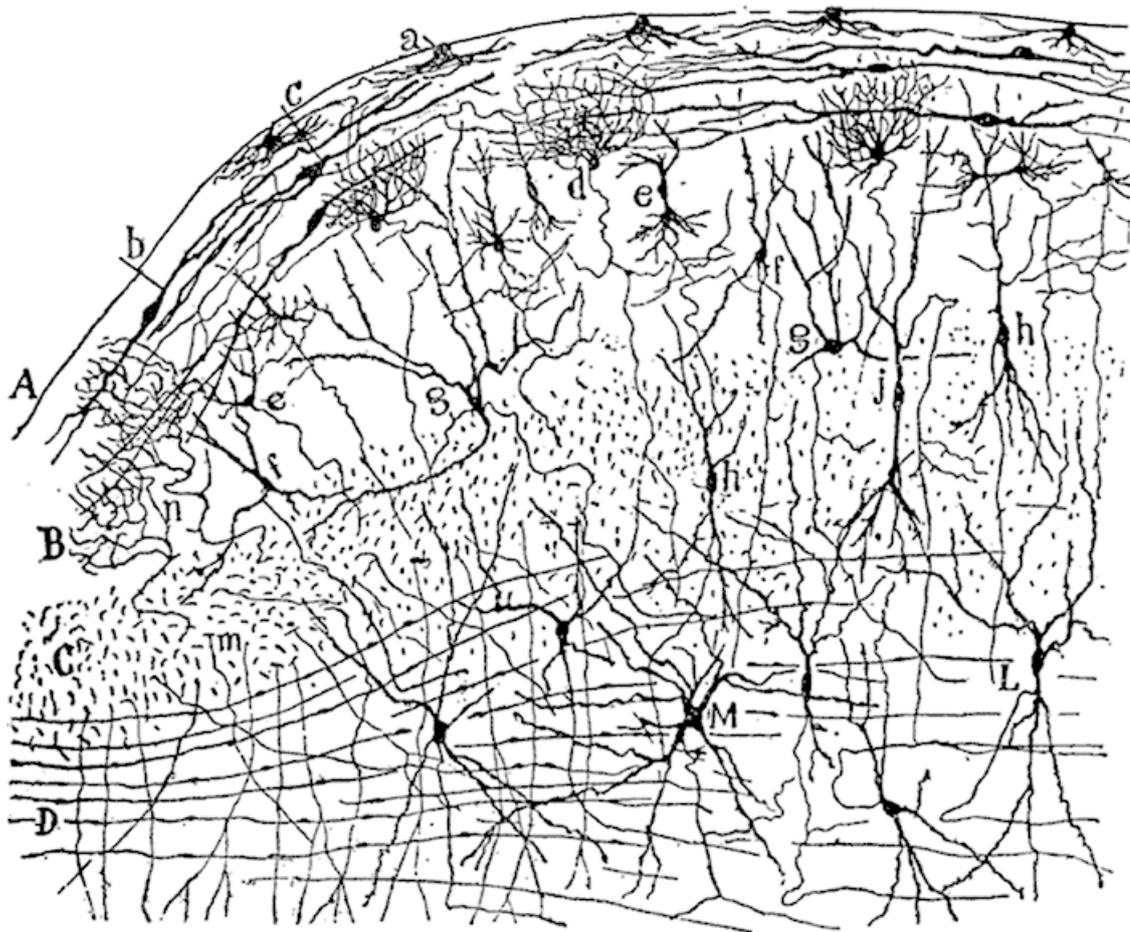


Рис. 5.1. Великий клубок, который был распутан

Нервные клетки – элементарные единицы, из которых состоит мозг. На этом рисунке Сантьяго Рамона-и-Кахаля показаны нервные клетки коры головного мозга, окрашенные по методике, разработанной Камилло Гольджи. Видны многочисленные нейроны разного типа и их отростки.

Источник: Рис. 117, “Coupe transversale du tubercule quadrijumeau antérieur; lapin âgé de 8 jours, Méthode de Golgi”, из книги: Cajal, S.R. y. (1901). *The great unraveled knot*. От Уильяма Холла, отделение нейробиологии, Медицинский центр Университета Дьюка.

Инженеры корпорации Bell Telephone Laboratories занимались поисками наиболее эффективного способа передачи телефонных сообщений. В ходе их исследований возникла идея, что телефонные провода в действительности служат для передачи информации¹¹². Весь смысл передачи сообщения состоит в том, чтобы после его получения мы знали больше, чем до него. *Теория информации*¹¹³ дает нам метод, позволяющий измерять, насколько увеличились наши знания после получения определенного сообщения.

До начала игры в крикет мы еще не знаем, кому достанется первая подача, пока арбитр не бросит монетку. Перед бросанием монетки есть две возможности: или первая подача будет у англичан, или у австралийцев. После бросания монетки от этих двух *возможностей* останется одна *определенность*: теперь мы знаем, что первая подача у англичан. Подобное увеличение знаний, когда из двух возможностей выбирается что-то одно, называют одним битом информации. Когда мы бросаем игральную кость, а не монетку, у нас есть шесть возможно-

¹¹² Эту идею сформулировал Ральф Хартли (Ralph Hartley) в 1928 году. – *Примеч. авт.*

¹¹³ Эту теорию разработал Клод Шеннон (Claude Shannon) в 1948 году. – *Примеч. авт.*

стей, и мы получаем больше информации, потому что одно определенное сообщение выбирается из шести возможных. Количество информации, которую мы получаем в данном случае, составляет 2,58 бит¹¹⁴. Пользуясь этим определением, мы можем измерить, сколько информации передается по телефонной линии и с какой скоростью (измеряемой в битах в секунду, или *бодах*) она передается. При скорости в 300 бод по линии передается около 60 знаков в секунду, так как каждый знак (например, буква или цифра) несет в среднем около 5 бит информации.

При этом, разумеется, одни знаки несут меньше информации, чем другие. Например, буквы, которые встречаются часто, такие как E в английском, несут меньше информации, чем редкие буквы, такие как Z. Хуже всего обстоит дело с буквой U, идущей после Q¹¹⁵. В этом положении буква U вообще не несет никакой информации. Про такие знаки говорят, что они избыточны. Может быть, наши коммуникации с помощью языка стали бы намного эффективнее, если бы мы избавились от избыточных знаков и стали реже использовать такие знаки, как буква E?

На деле подобные усовершенствования ничего не дают, потому что реальный мир несовершенен: рукописные тексты всегда содержат описки и двусмысленности, наборщики делают опечатки, телефонные линии полны помех¹¹⁶. К тому времени, как сообщение достигнет другого конца линии, некоторые его фрагменты потеряются, а некоторые посторонние звуки окажутся добавлены. Для идеальных сообщений, в которых нет избыточных знаков, подобный шум губителен. Другого конца провода достигнет сообщение, отличное от исходного, и не будет никакой возможности узнать, что произошла ошибка.

Если же сообщение содержит избыточные биты информации, то ошибки можно отследить и восстановить исходное сообщение. Например, можно послать одно и то же сообщение дважды. Второе сообщение совершенно избыточно, но если между двумя полученными сообщениями есть разница, мы поймем, что произошли какие-то ошибки. Мы, конечно, по-прежнему не будем знать, какой вариант правильный. Но если мы пошлем то же сообщение в третий раз, мы можем отследить случаи, где два из полученных трех сообщений совпадают, и, исходя из этого, выбрать правильный вариант.

Я помню времена, когда у нас не было не только компьютеров, но и электронных калькуляторов. Сложные математические расчеты приходилось выполнять вручную, и при этом почти неизбежно возникали ошибки. Стандартная процедура отслеживания таких ошибок состояла в том, чтобы повторять выполняемые расчеты трижды. Если в двух случаях из трех получался один и тот же ответ, он, скорее всего, и был правильным, потому что маловероятно, чтобы в обоих расчетах была допущена одна и та же ошибка.

Наш мозг сталкивается с той же самой проблемой. Сообщения об окружающем мире, поступающие от наших глаз и ушей, содержат шум и полны ошибок, поэтому наш мозг не может уверенно сказать, где “правда”, а где “ошибка”. Чтобы избежать этого, наш мозг всюду пользуется избыточностью поступающей информации. Когда мы разговариваем с другим человеком, мы обычно не только слушаем, что он говорит, но и внимательно смотрим за движением его губ. Сопоставляя эти две разновидности информации, наш мозг получает лучшее

¹¹⁴ Биты соответствуют двоичным цифрам. Число 2,58 (логарифм шести по основанию два) есть среднее число вопросов, предполагающих ответ “да” или “нет”, которые требуется задать, чтобы узнать, какое число выпало при бросании кости. Вначале я спрашиваю: “Оно больше трех?” Если ответ “да”, то это четыре, пять или шесть. Затем я спрашиваю: “Оно больше четырех?” Если ответ “нет”, то это четыре, и я узнал ответ за два вопроса. Если ответ “да”, то это или пять, или шесть, и тогда мне нужно задать еще один вопрос. Чтобы узнать одно число из шести, мне всегда потребуется задать от двух до трех вопросов. – *Примеч. авт.*

¹¹⁵ В английском языке буква Q встречается только в сочетании QU, за исключением немногих слов, заимствованных из других языков. – *Примеч. перев.*

¹¹⁶ Один из самых фундаментальных законов природы состоит в том, что, как бы мы ни старались, часть наших трудов всегда пропадает впустую. Тепло, выделяемое электрической лампочкой, трение в подшипниках колеса, шум на телефонной линии, а также, вероятно, и ошибки людей-операторов невозможно полностью устранить. – *Примеч. авт.*

представление об исходном сообщении. Обычно мы не осознаём, что нам помогают в этом движения губ, но когда мы смотрим озвученный иностранный фильм (или фильм на нашем родном языке, в котором плохо смонтирована фонограмма), мы сразу чувствуем, что что-то не так, потому что движения губ не соответствуют звукам.

Применение теории информации позволило сделать телефонные линии более эффективным средством передачи сообщений¹¹⁷. Но роль, которую сыграла теория информации, отнюдь не ограничивается увеличением прибыли телефонных компаний. Определение информации через простые физические состояния (такие, как положения “вкл” и “выкл” электронного переключателя) означало, что теперь информацию можно хранить на физических носителях, то есть на цифровых запоминающих устройствах. Долгое время для хранения информации использовались книги, написанные и читаемые людьми. Новые запоминающие устройства позволяли записывать и считывать информацию машинам, от которых не требовалось понимания смысла записываемых и считываемых знаков. И конечно, эти новые запоминающие устройства можно было наполнять уже новым содержанием.

Уже в 1943 году Уоррен Маккаллок и Уолтер Питтс выдвинули новую нейронную доктрину, согласно которой нейрон – это элементарная функциональная единица мозга, служащая для обработки информации. Маккаллок и Питтс также предположили, что из обширных сетей простых электронных “нейронов” можно сконструировать искусственный мозг. Первые компьютеры были сделаны не по образцу нейронных сетей, однако, подобно искусственным нейронным сетям, они представляли собой устройства, способные хранить, передавать и видоизменять информацию в соответствии с определенными правилами. Когда в сороковых годах были сконструированы первые такие компьютеры, их сразу стали называть “электронные мозги”. Такие машины можно было научить делать то, что делает наш мозг.

На что же способны хитроумные устройства?

В 1956 году наука о создании устройств, способных делать разные хитроумные вещи, получила название “искусственный интеллект”. Исследовательская программа этой науки, как и любой другой, предполагала, что начать нужно с решения самых легких проблем. Восприятие окружающего мира казалось сравнительно легким делом. Почти все люди умеют с легкостью читать рукописный текст и узнавать лица, и поначалу казалось, что создать машину, способную читать рукописный текст и узнавать лица, должно быть тоже не особенно сложно. Игра в шахматы – напротив, очень сложное дело. Очень немногие люди способны играть в шахматы на уровне гроссмейстера. Создание машин, умеющих играть в шахматы, лучше было отложить на потом.

Прошло пятьдесят лет, и компьютер, предназначенный для игры в шахматы, выиграл у чемпиона мира¹¹⁸. Проблема научить машину восприятию, напротив, оказалась очень сложной. Люди по-прежнему умеют узнавать лица и читать рукописный текст намного лучше, чем машины. Почему же эта проблема оказалась такой сложной?

Оказывается, даже моей способностью видеть, что сад у меня за окном полон разных объектов, очень сложно наделить машину. Тому есть много причин. Например, видимые объ-

¹¹⁷ Хотя избыточность информации и можно использовать для преодоления проблемы шума и ошибок на телефонной линии, это всегда требует дополнительных затрат, так как для этого нужно передавать больше знаков. Применение теории информации позволило находить оптимальные пути использования избыточности, требующие минимальных затрат. Примером таких решений может служить контроль циклическим избыточным кодом, используемый в модемах, позволяющих нам выходить в интернет. – *Примеч. авт.*

¹¹⁸ В 1997 году сконструированный корпорацией IBM суперкомпьютер Deep Blue выиграл в шахматы у Гарри Каспарова, которого многие считают одним из величайших шахматистов всех времен. Компьютер победил во многом благодаря своей способности проводить сложные математические расчеты. Он мог анализировать 200 миллионов ходов в секунду. Люди так в шахматы не играют. – *Примеч. авт.*

екты перекрывают друг друга, а некоторые из них еще и движутся. Откуда я знаю, что это за коричневое пятно – часть забора, или дерева, или птицы? Мой мозг решает все эти удивительно сложные задачи и заставляет меня думать, что я воспринимаю мир, не прилагая никаких усилий. Как же он это делает?

Развитие теории информации и цифровых компьютеров показало, что наше восприятие – дело очень сложное. Но наш мозг с ним справляется. Означает ли это, что цифровой компьютер не может служить хорошей моделью мозга? Или нам нужно найти какие-то новые способы обработки информации и научить им компьютеры?

Проблема с теорией информации

Создание теории информации было очень важным достижением. Оно позволило нам понять, как физическое явление – электрический импульс – может стать психическим явлением – нервным сигналом (сообщением). Но с первоначальной формулировкой была связана одна принципиальная проблема. Предполагалось, что объем информации в любом сообщении или, в более общем случае, в любом раздражителе полностью определяется этим раздражителем. Прекрасная концепция информации, но из нее следуют некоторые парадоксальные вещи.

Вспомним, что каждая буква в сообщении несет тем больше информации, чем она необычнее. Поэтому буква Q обычно несет много информации, а идущая за ней буква U не несет никакой информации. Тот же подход можно применить и к изображениям. Любое изображение состоит не из букв, а из элементов изображения (или пикселей), которые могут быть разного цвета. Рассмотрим простое изображение черного квадрата на белом фоне. Какие элементы этого изображения наиболее информативны? Когда наш взгляд движется по однотонно окрашенному участку, он не видит ничего необычного, потому что при этом не происходит никаких изменений. Но вот наш взгляд достигает границы, где проходит контур квадрата, и происходит неожиданное изменение цвета. Следовательно, в соответствии с теорией информации, наиболее информативны должны быть именно контуры изображения. О том же говорит нам интуиция. Если заменить объект его контурами, иными словами, оставить только информативные границы, мы по-прежнему сможем распознать этот объект.



Низкая
пространственная
частота

Оригинал

Высокая
пространственная частота
(контуры)

Рис. 5.2. Мы лучше всего распознаем объекты по их контурам

Мы можем легко узнать лицо по одним контурам (справа), но улыбка лучше распознается на размытом изображении (слева).

Источник: Из статьи Livingstone, M.S. (2000). Is it warm? Is it real? Or just low spatial frequency? *Science*, 290(5495), 1299.

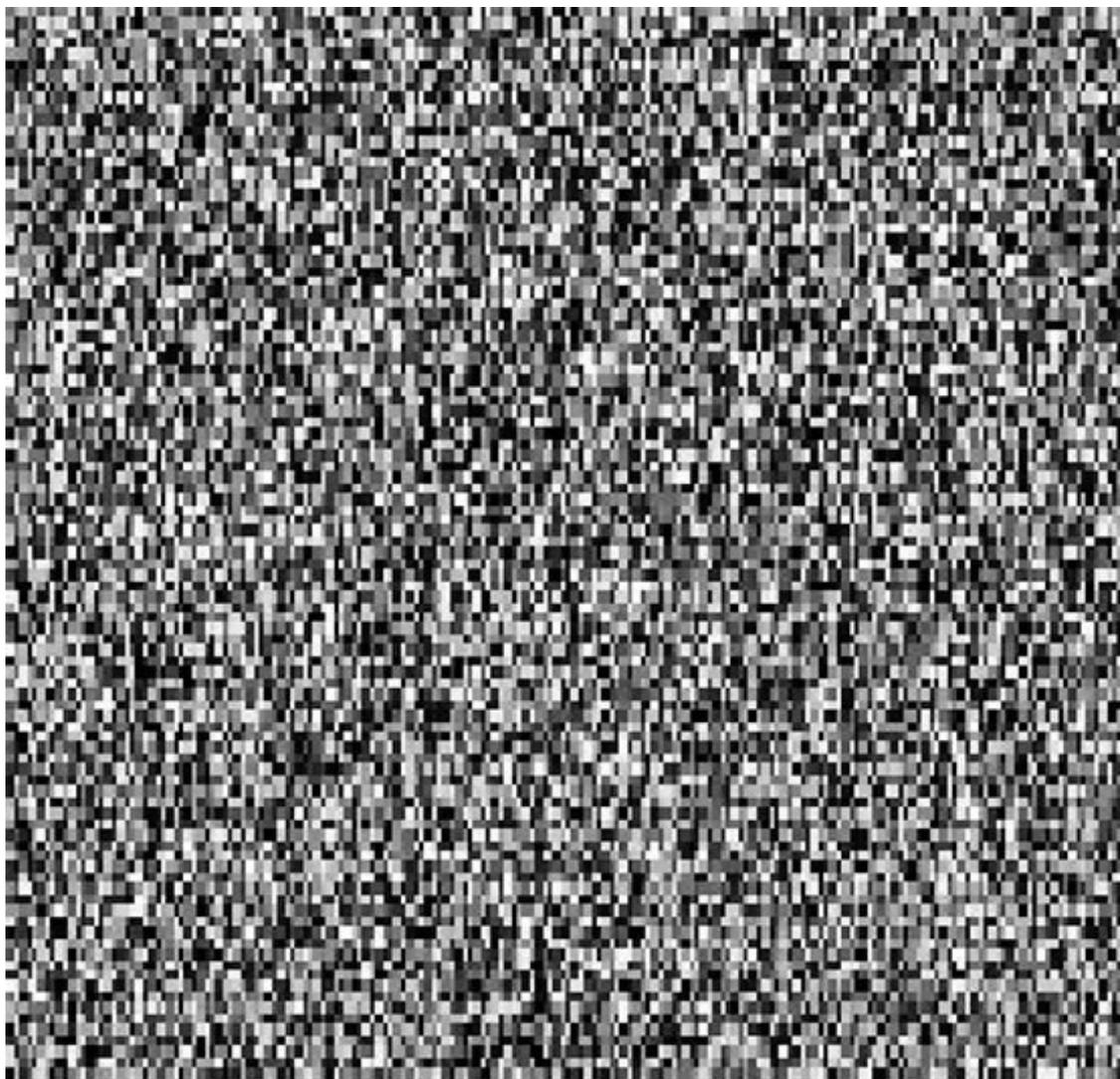


Рис. 5.3. Высокоинформативный набор случайных точек

Это изображение несет максимум информации, так как нельзя предсказать, какой цвет имеет та или иная точка.

Но из этой формулировки следует парадокс. Согласно этому определению самым информативным изображением будет такое, в котором мы никак не сможем угадать следующий элемент, на который, двигаясь, упадет наш взгляд. То есть это изображение, целиком состоящее из точек, окрашенных случайным образом. Такие изображения мы видим, когда у нас что-то не так с телевизором и на его экране возникает рябь, так называемый “снег”. Как справедливо отмечает профессор английского языка, когда я показываю ей иллюстрации, сгенерированные компьютером, это самые скучные изображения, которые ей доводилось видеть. Проблема концепции, которую дает нам теория информации, состоит в том, что в ней никак не учитывается субъект, смотрящий на изображение¹¹⁹. В рамках этой концепции все смотрящие равны, и их

¹¹⁹ Я преувеличиваю несовершенство теории информации. Идеального байесовского наблюдателя, с которым мы вскоре

восприятие раздражителя должно быть одинаковым. Но мы-то знаем, что все смотрящие разные. Они отличаются разным прошлым опытом и разными ожиданиями. Эти отличия сказываются на нашем восприятии. Рассмотрим черный квадрат на рис. 5.4. Для некоторых смотрящих это не просто черный квадрат. Это “Черный квадрат” Казимира Малевича, выставленный им в 1915 году, первый образец отвлеченного, абстрактного искусства русских супрематистов. В данном случае знание того, что это значительное произведение искусства, меняет наше восприятие объекта¹²⁰, несмотря на то что объем содержащейся в нем информации при этом не меняется. Этот простейший пример показывает, как наши исходные знания влияют на наше восприятие.

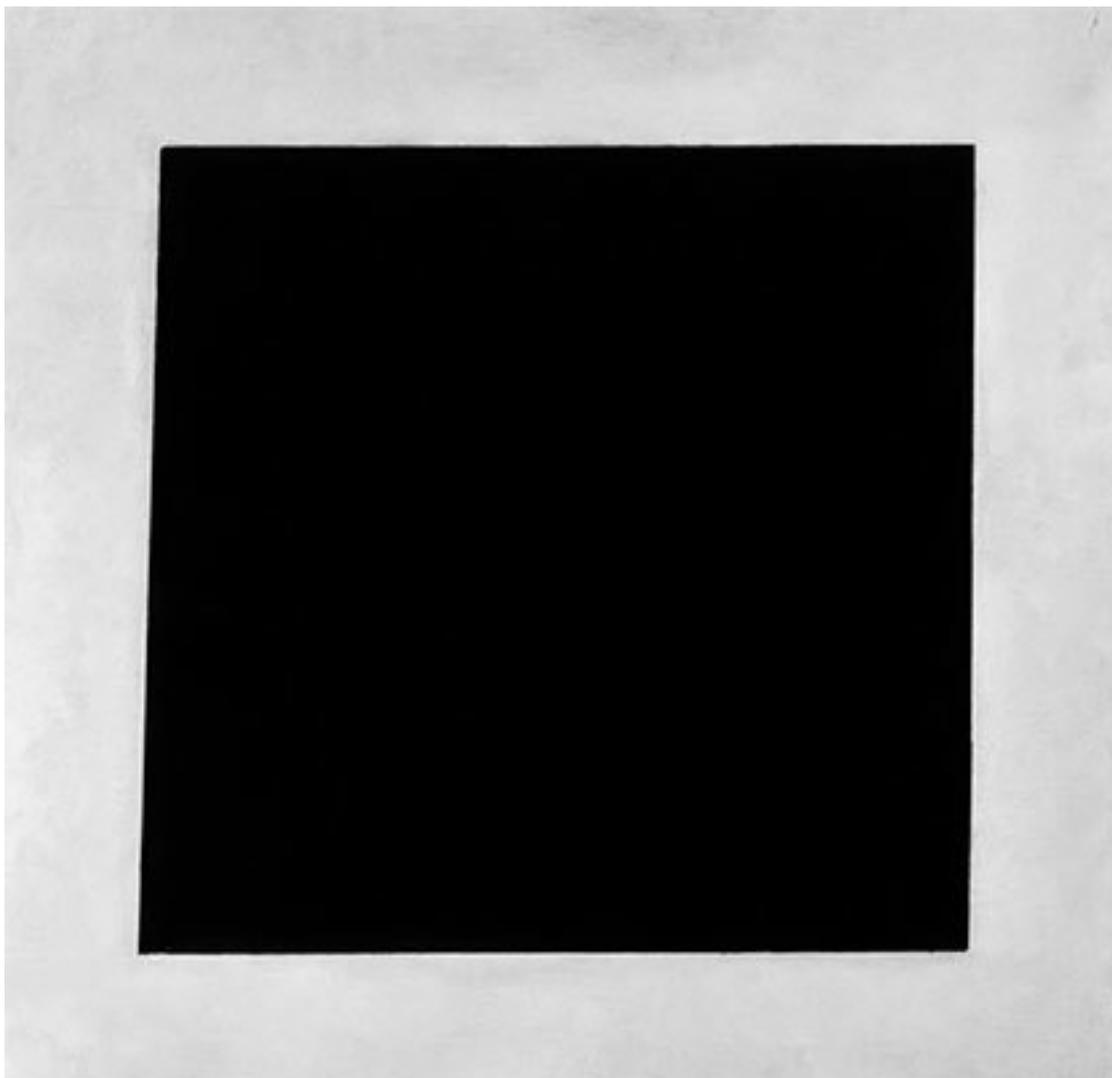


Рис. 5.4. Казимир Северинович Малевич “Черный квадрат” (начало XX века).

Преподобный Томас Байес

Как же тогда мы можем видоизменить теорию информации, чтобы она учитывала различия в опыте и ожиданиях наблюдателей? Нам нужно сохранить нашу идею, что информативность сообщения (или изображения) определяется его новизной и неожиданностью. Но теперь

познакомимся, можно описать и в терминах теории информации: он максимизирует полное количество информации, общей для окружающего мира и его самого. – *Примеч. авт.*

¹²⁰ А может быть, и не меняет. – *Примеч. авт.*

ее нужно дополнить новой идеей, что сообщение может для одного человека быть неожиданнее, чем для другого. Объективно новое и неожиданное сообщение можно определить как сообщение, меняющее наше представление о мире и, следовательно, наше поведение.

Сегодня вечером я собирался пойти на семинар по нейроэстетике, но его отменили. Вместо этого я могу пойти в бар. Там я встречаю профессора английского языка. На нее это сообщение никак не повлияло. Она никогда не ходит на нейробиологические семинары.

Мы можем также сказать, что информативность сообщения определяется степенью, в которой оно меняет наши убеждения¹²¹ об окружающем мире. Чтобы узнать, какой объем информации содержится в сообщении, передаваемом получателю, нужно узнать, каковы были убеждения получателя до поступления этого сообщения. Тогда мы сможем увидеть, насколько эти убеждения изменились после того, как сообщение было получено. Но можем ли мы определить такие априорные убеждения и происходящие в них изменения?

Решение этой проблемы нашел человек, который будет, наверное, самым необычным из всех ученых, попавших на страницы этой книги. Преподобный Томас Байес (1702–1761) был пресвитерианским священником и за всю свою жизнь не опубликовал ни одной научной работы, хотя и стал в 1742 году членом Лондонского королевского общества. Только через два года после его смерти его классическая работа была наконец опубликована в “Философских трудах Королевского общества”. После этого она больше ста лет пребывала в забвении. Только в двадцатых годах XX века слава Байеса начала расти. Для Рональда Фишера, бывшего тогда президентом Королевского статистического общества, Байес был настоящим кумиром, и в результате усердного лоббирования со стороны статистиков его в конце концов включили в “Национальный биографический словарь”. И все же он оставался почти неизвестным за пределами круга тех, кто профессионально занимался статистикой. И даже те, кто слышал о байесовской статистике, часто считали, что ей не хватает должной объективности.

Но в последние 10 лет Томас Байес стал суперзвездой. В сети есть множество сайтов, где объясняется теорема Байеса и сообщается: “Главное, что Байес крут, а кто не знает Байеса, тот не крут”. А если вы не верите тому, что говорят в интернете, то, быть может, вас убедит *New York Times* за 20 января 2004 года? ““В научной среде байесовская революция вот-вот станет преобладающей точкой зрения, что 10 лет назад казалось невысказанным”, – говорит Брэдли Карлин, профессор здравоохранения из Университета Миннесоты”.

Из-за чего же возник весь этот ажиотаж?

Вот как формулируется теорема Байеса:

$$p(A|X) = p(X|A) p(A)/p(X).$$

Возьмем некоторое явление (A), о котором мы хотим узнать, и наблюдение (X), которое дает нам какие-то сведения об A . Теорема Байеса говорит нам, насколько *увеличится* наше знание об A в свете *новых сведений* X . Нам незачем вникать в детали этого уравнения. Главное – что это уравнение дает нам именно ту математическую формулу убеждений, которую мы искали. Убеждению в данном случае соответствует математическое понятие вероятности. Вероятность позволяет измерить, в какой степени я убежден в чем-то. Если я в чем-то совершенно уверен (например, в том, что утром взойдет солнце), вероятность равна единице [в форме уравнения это можно выразить так: $p(\text{взойдет солнце}) = 1$]. А если я совершенно уверен, что что-то никогда не случится, вероятность равна нулю [$p(\text{Крис Фрит выиграет конкурс “Евровидение”}) = 0$]. Большинство наших убеждений не так тверды и занимают промежуточ-

¹²¹ Слово “убеждение” (belief) здесь используется в особом смысле: степень моего убеждения в истинности некоторого утверждения есть предполагаемая мной вероятность того, что это утверждение истинно. – *Примеч. авт.*

ное положение между нулем и единицей [p (поезд, на котором я еду на работу, опоздает) = 0,5]. И эти промежуточные убеждения постоянно изменяются по мере того, как мы получаем новые сведения. Прежде чем ехать на работу, я уточню положение поездов Лондонского метро в интернете, и эти новые сведения изменят мое убеждение о вероятности опоздания поезда (хотя и ненамного...).



Рис. 5.5. Могила преподобного Томаса Байеса

Томас Байес похоронен на кладбище Банхилл-Филдс в центре Лондона. В XVIII веке на этом кладбище хоронили нонконформистов¹²², но теперь это общественный парк. Могила была отреставрирована в 1969 году, на средства “статистиков со всего мира”.

Источник: Фото профессора Тони О’Хагана из Шеффилдского университета.

Теорема Байеса показывает, насколько именно изменится мое убеждение относительно A в свете новых сведений X . В приведенном выше уравнении $p(A)$ – мое первоначальное, или априорное, убеждение об A до поступления новых сведений X , $p(X|A)$ – вероятность получения сведений X в случае, если A действительно будет иметь место, а $p(A|X)$ – мое последующее, или апостериорное, убеждение об A с учетом новых сведений X . Все это станет понятнее на конкретном примере.

Вас, вероятно, удивило, почему это Брэдли Карлин, профессор здравоохранения из Университета Миннесоты, так интересуется теоремой Байеса. Дело в том, что здравоохранение – одна из тех многих областей, где теорема Байеса находит свое применение.

¹²² Нонконформисты – британские протестанты, не признававшие власти Англиканской церкви (пресвитерианцы, баптисты, квакеры и др.). – *Примеч. перев.*

Рассмотрим проблему рака груди¹²³. Обратимся к частному случаю, связанному с эффективностью массовых обследований. Мы знаем (это наше априорное убеждение), что к 40 годам у 1 % женщин развивается рак груди ($p(A) = 0,01$). Кроме того, у нас есть хороший метод выявления рака груди – маммография (этот метод дает нам новые сведения). Результат маммографии будет положительным у 80 % женщин с раком груди ($p(X|A) = 0,8$) и лишь у 9,6 % женщин без рака груди ($p(X|\sim A) = 0,096$). Таковы вероятности получения наших сведений в случае, если наше убеждение истинно. Судя по этим цифрам, кажется очевидным, что регулярные обследования на предмет наличия рака груди – вещь хорошая. Итак, если мы обследуем всех женщин, то какова будет среди тех, у кого обследование даст положительный результат, доля тех, у кого действительно будет рак груди, то есть каково будет значение $p(A|X)$?

Учитывая, что этот метод кажется хорошим, каково будет ваше убеждение относительно женщины, для которой только что получен положительный результат маммографического обследования на рак груди? Большинство людей сказали бы, что у нее, скорее всего, рак груди. Но применение теоремы Байеса показывает, что это мнение ошибочно. Мы можем легко убедиться в этом, если на время забудем о вероятностях. Вместо этого давайте рассмотрим 10 000 женщин в возрасте 40 лет и старше.

Еще до обследования эти 10 000 женщин можно мысленно разделить на две группы:

Группа 1: 100 женщин с раком груди;

Группа 2: 9900 женщин без рака груди.

Группа 1 – это тот 1 % женщин, у которых развился рак: $p(A)$

После обследования женщин можно разделить на четыре группы:

Группа А: 80 женщин с раком груди и *положительной* маммографией;

Группа Б: 20 женщин с раком груди, но с *отрицательной* маммографией.

Группа А – это те 80 % женщин с раком груди, у которых его выявляет маммография: $p(X|A)$

Группа В: 950 женщин без рака груди, но с *положительной* маммографией;

Группа Г: 8 950 женщин без рака груди и с *отрицательной* маммографией.

Группа В – это те 9,6 % женщин, у которых нет рака груди, но результат маммографии положительный: $p(X|\sim A)$.

Итак, результат обследования оказался положительным у 950 женщин, у которых нет рака груди, и только у 80 женщин, у которых есть рак груди. Чтобы ответить на вопрос “Какова доля женщин с раком груди среди тех, у кого результат маммографии положительный?”, мы разделим число женщин в группе А на суммарное число женщин в группах А и В (то есть на общее число женщин с положительной маммографией). Это даст нам ответ 7,8 %. Иными словами, более 90 % женщин, у которых маммография дает положительный результат, в действительности не больны раком груди. Несмотря на то что маммография – хороший метод выявления рака груди, теорема Байеса говорит нам, что получаемые с ее помощью сведения сравнительно малоинформативны¹²⁴. Проблема возникает оттого, что мы обследуем сразу всех женщин в возрасте 40 лет и старше. Для женщин этой большой группы априорное ожидание рака весьма невелико. Теорема Байеса показывает, что результаты маммографии будут

¹²³ Пример из статьи Элизера Юджовского “Доступное объяснение теоремы Байеса” (*An Intuitive Explanation of Bayes’ Theorem*), <http://yudkowsky.net/bayes/bayes.html>. – Примеч. авт.

¹²⁴ Именно поэтому, несмотря на то что на первый взгляд кажется, что проводить такие обследования – хорошая идея, в итоге у многих возникли серьезные сомнения в эффективности этой меры. – Примеч. авт.

намного информативнее, если обследовать “группы риска”, например женщин, у которых в семье были случаи рака груди.

Теперь вам уже, наверное, кажется, что вы узнали больше, чем нужно, о том, как на деле работает теорема Байеса. Какое же все это имеет отношение к решению проблемы познания окружающего мира?

Идеальный байесовский наблюдатель

Важность теоремы Байеса состоит в том, что она дает нам возможность очень точно измерять степень, в которой новые сведения должны менять наши представления о мире. Теорема Байеса дает нам критерий, позволяющий судить о том, адекватно ли мы используем новые знания. На этом и основана концепция *идеального байесовского наблюдателя* – воображаемого существа, всегда использующего получаемые сведения наилучшим из возможных способов. Как мы только что убедились из примера с раком груди, у нас очень плохо выходит использовать получаемые сведения, когда речь идет о редких событиях и больших числах. Психологи охотно придумывают забавные и полезные задачи, которые у студентов, даже тех, кто изучает статистику и логику, никак не получается правильно решить¹²⁵. Но хотя нам, когда мы пытаемся решать такие задачи, и далеко до идеального наблюдателя, у нас есть уже немало свидетельств того, что наш мозг не сбивают с толку ни редкие события, ни большие числа. Наш мозг, когда он обрабатывает данные, поступающие от органов чувств, ведет себя как *настоящий* идеальный наблюдатель.

Отступление о преподобном Томасе Байесе и национальной безопасности: когда идеальный наблюдатель оказывается неидеальным

Наш мозг, пока мы ему не мешаем, ведет себя как идеальный байесовский наблюдатель. Так почему же эта идеальная система дает сбои, когда мы сами начинаем думать над решением задачи? Не оттого ли это, что в некоторых условиях этот идеальный наблюдатель оказывается не таким уж идеальным? Приведем пример из проведенных в Бостоне исследований Джереми Вулфа (Jeremy Wolfe) и его коллег. Они экспериментировали с заданием, за образец которого взяли задачу работников службы безопасности, сканирующих вещи в аэропорту в поисках ножей и взрывчатых веществ, а также разных других запрещенных к провозу объектов. Когда искомые объекты встречались часто, испытуемые показывали совсем неплохой результат, не замечая лишь около 7 % запрещенных объектов, но когда такие объекты встречались очень редко, результат оказывался крайне неутешительным. В одном из экспериментов испытуемые не заметили больше 50 % искомых объектов, находившихся лишь в 1 % досмотренных вещей. В этом эксперименте испытуемые вели себя как идеальные наблюдатели. Когда искомые объекты встречаются очень редко, идеальному наблюдателю нужно намного больше данных, чтобы установить наличие такого объекта. Но когда искомый объект – это бомба, спрятанная в чемодане, идеальный

¹²⁵ Особенно увлекательно эти вещи описал Стюарт Сазерленд. – *Примеч. авт.*

наблюдатель оказывается не таким уж идеальным. Слишком серьезны могут быть последствия незамеченной бомбы.

Например, одна из задач, которые должен решать наш мозг, состоит в сопоставлении сведений, поступающих от разных органов чувств. Когда мы слушаем речь другого человека, наш мозг сопоставляет сведения, поступающие от глаз (вид движущихся губ) и от ушей (звук голоса). Когда мы берем в руку какой-нибудь предмет, наш мозг сопоставляет сведения, поступающие от глаз (каков этот предмет на вид) и осязательных рецепторов (каков этот предмет на ощупь). Совмещая эти сведения, наш мозг ведет себя как настоящий идеальный байесовский наблюдатель. Он игнорирует неубедительные свидетельства и акцентирует убедительные. Разговаривая с профессором английского языка на очень шумной вечеринке, я невольно буду внимательно смотреть на движения ее губ, потому что в такой ситуации сведения, поступающие от глаз, могут оказаться полезнее, чем сведения, поступающие от ушей.

Как байесовский мозг может создавать модели мира?

Но есть и еще один аспект теоремы Байеса, который даже важнее для понимания того, как работает наш мозг. В формуле Байеса два ключевых элемента: $p(A|X)$ и $p(X|A)$. Величина $p(A|X)$ говорит нам, насколько мы должны изменить наше представление об окружающем мире (A) после получения новых сведений (X). Величина $p(X|A)$ говорит нам, каких сведений (X) мы должны ожидать, исходя из нашего убеждения (A). Мы можем взглянуть на эти элементы как на средства, позволяющие нашему мозгу делать предсказания и отслеживать ошибки в них. Руководствуясь своими представлениями об окружающем мире, наш мозг может предсказывать характер событий, которые будут отслеживать наши глаза, уши и другие органы чувств: $p(X|A)$. Что же происходит, когда такое предсказание оказывается ошибочным? Отслеживать ошибки в подобных предсказаниях особенно важно, потому что наш мозг может использовать их для уточнения и улучшения своих представлений об окружающем мире: $p(A|X)$. После внесения такого уточнения мозг получает новое представление о мире и может снова повторить ту же процедуру, сделав новое предсказание о характере событий, отслеживаемых органами чувств. С каждым повтором этого цикла ошибка в предсказаниях уменьшается. Когда ошибка оказывается достаточно маленькой, наш мозг “знает”, что творится вокруг нас. И все это происходит так быстро, что мы даже не осознаём выполнения всей этой сложной процедуры. Нам может казаться, что представления о том, что творится вокруг, даются нам легко, но они требуют неустанный повторения мозгом этих циклов предсказаний и уточнений.

Есть ли в комнате носорог?

Говорить об этих представлениях нашего мозга об окружающем мире можно по-разному. Например, можно говорить о причинах и следствиях. Если я считаю, что в этой комнате сейчас находится носорог, то, возможно, этот носорог и вызывает соответствующие ощущения, получаемые моим мозгом от глаз и ушей. Мозг осуществил поиск возможных причин моих ощущений и пришел к выводу, что наиболее вероятная причина – это присутствие в комнате носорога. Можно также говорить о моделях. Мой мозг может предсказать, какие ощущения вызовет носорог, потому что обладает некоторыми априорными представлениями о носорогах. На основе этих априорных знаний у меня в сознании сложился образ носорога. В моем случае это крайне ограниченная модель. Она включает размер животного, его силу, его необычный рог и мало что другое. Но ограниченность моих знаний не имеет значения, потому что модель – это не исчерпывающий список сведений о моделируемом объекте. Модель подобна

карте, отображающей реальный мир в уменьшенном масштабе¹²⁶. Многие аспекты окружающего мира нельзя найти на карте, но расстояния и направления отражены на картах довольно точно. Пользуясь картой, я могу предсказать, что через 50 ярдов найду поворот налево, и если это карта зоопарка, то, возможно, я даже смогу предсказать, что, скорее всего, увижу там еще одного носорога. Я могу воспользоваться картой, чтобы предсказать, сколько времени займет то или иное путешествие, даже не совершая его. Я могу провести курвиметром по определенному маршруту на карте, моделируя настоящее путешествие, и узнать, какой длины будет этот маршрут. Мой мозг содержит много подобных карт и моделей и пользуется ими, чтобы делать предсказания и моделировать действия. Я вижу, что профессор английского в недоумении. “Но ведь в этой комнате нет носорога”, – говорит она.

“Вы что, его не видите? – отвечаю я. – Вам просто не хватает достаточно сильного априорного убеждения”.

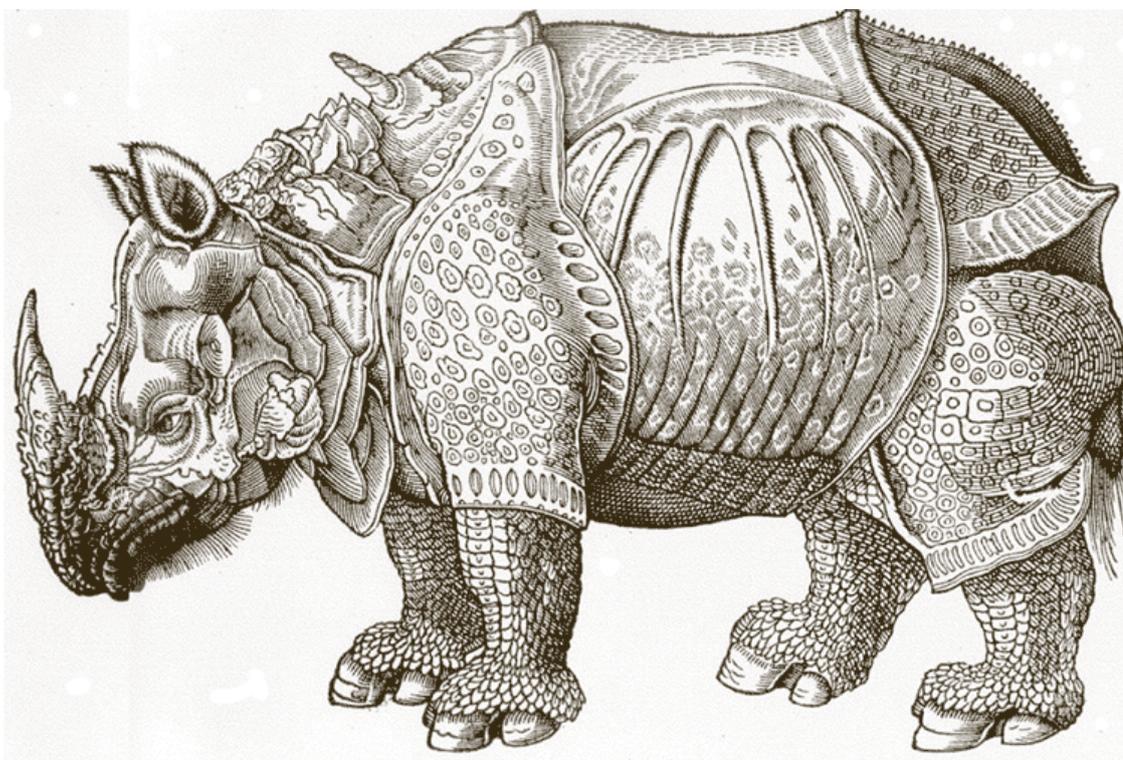


Рис. 5.6. Есть ли в комнате носорог?

Этот рисунок носорога работы Конрада Геснера, опубликованный в 1551 году, скопирован с другого рисунка, работы Альбрехта Дюрера. Сам Дюрер никогда не видел носорогов, а его рисунок был выполнен по чужому эскизу и описанию, прочитанному Дюрером в письме.

Источник: Gesner, C. (1551). *Historia animalium libri I–IV. Cum iconibus. Lib. I. De quadrupedibus iuuiparis*. Zurich: C. Froschauer.

Наше восприятие зависит от априорных убеждений. Это не линейный процесс, вроде тех, в результате которых возникают изображения на фотографии или на экране телевизора. Для нашего мозга восприятие – это цикл. Если бы наше восприятие было линейным, энергия в виде света или звуковых волн достигала бы органов чувств, эти послания из окружающего мира переводились бы на язык нервных сигналов, и мозг интерпретировал бы их как объекты,

¹²⁶ Борхес придумал страну, в которой географы приобрели такое влияние, что им выделили средства на создание карты, которая была “того же размера, что и сама страна, и совпадала с ней во всех подробностях”. Пользы от этой карты не было никакой. – *Примеч. авт.*

занимающие определенное положение в пространстве. Именно этот подход и сделал моделирование восприятия на компьютерах первого поколения такой сложной задачей. Мозг, пользующийся предсказаниями, делает все почти наоборот. Наше восприятие на самом деле начинается изнутри – с априорного убеждения, которое представляет собой модель мира, где объекты занимают определенное положение в пространстве. Пользуясь этой моделью, наш мозг может предсказать, какие сигналы должны поступать в наши глаза и уши. Эти предсказания сравниваются с реальными сигналами, и при этом, разумеется, обнаруживаются ошибки. Но наш мозг их только приветствует. Эти ошибки учат его восприятию. Наличие таких ошибок говорит ему, что его модель окружающего мира недостаточно хороша. Характер ошибок говорит ему, как сделать модель, которая будет лучше прежней. В итоге цикл повторяется вновь и вновь, до тех пор, пока ошибки не станут пренебрежимо малы. Для этого обычно достаточно всего нескольких таких циклов, на которые мозгу может потребоваться лишь 100 миллисекунд.

Система, которая строит подобным образом модели окружающего мира, стремится использовать всю доступную информацию для совершенствования своих моделей. Ни зрению, ни слуху, ни осязанию не оказывается предпочтений, так как все они могут быть информативны. Кроме того, эта система стремится делать предсказания о том, как сигналы, поступающие от всех органов чувств, изменятся в результате нашего взаимодействия с окружающим миром. Поэтому, когда мы видим бокал вина, наш мозг уже делает предсказания о том, какие ощущения возникнут, когда мы возьмем его в руку, и какой вкус будет у этого вина. Представьте себе, как дико и неприятно было бы взять бокал сухого красного вина и обнаружить, что оно холодное и сладкое.

Откуда берутся априорные знания?

Но если восприятие – это циклический процесс, начинающийся с априорных знаний, то откуда берутся эти априорные знания? Не возникла ли у нас задача о курице и яйце? Мы не можем ничего воспринимать без знаний, но не можем и ничего узнать без восприятия.

Откуда наш мозг берет априорные знания, необходимые для восприятия? Частично это врожденные знания, записанные у нас в мозгу за миллионы лет эволюции. Например, у многих видов обезьян цветовая чувствительность нейронов сетчатки идеально подходит для высматривания плодов, которые встречаются в их среде обитания. Эволюция построила в их мозг априорную гипотезу о цвете спелого плода. В нашем мозгу система зрительного восприятия формируется в течение первых нескольких месяцев жизни под действием зрительных ощущений. Некоторые сведения об окружающем мире меняются очень слабо и, в связи с этим, становятся сильными априорными гипотезами. Мы можем видеть тот или иной объект только тогда, когда его поверхность отражает свет, который попадает нам в глаза. От света возникают тени, которые позволяют нам судить о форме объекта. В течение многих миллионов лет на нашей планете был только один основной источник света – Солнце. А солнечный свет всегда падает сверху. Это значит, что вогнутые объекты будут темнее сверху и светлее снизу, в то время как выпуклые объекты будут светлее сверху и темнее снизу. Это простое правило жестко прописано в нашем мозгу. С его помощью мозг решает, выпуклый или вогнутый тот или иной объект. В этом можно убедиться, посмотрев на рис. 5.7. Показанные на нем половинки костяшек домино на первый взгляд трактуются однозначно: на верхней пять выпуклых пятнышек и одно вогнутое, а на нижней два выпуклых и четыре вогнутых. По крайней мере, так нам кажется – на самом деле страница совершенно плоская. Мы трактуем эти пятнышки как выпуклые и вогнутые потому, что их затенение напоминает тени, возникающие от падающего сверху света. Поэтому, если вы перевернете книгу вверх ногами, выпуклые пятнышки станут вогнутыми, а вогнутые выпуклыми, ведь мы исходим из того, что свет падает сверху. Если же вы перевернете

книгу боком, пятнышки перестанут выглядеть вогнутыми и выпуклыми и покажутся отверстиями, через которые мы смотрим на сложную затененную поверхность.

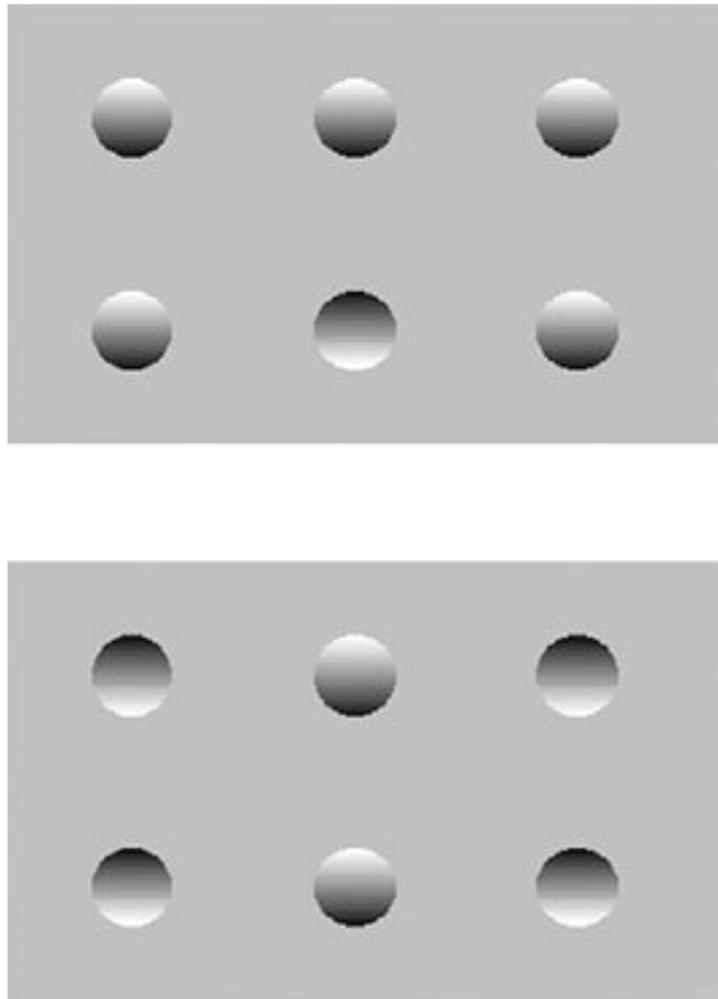


Рис. 5.7. Иллюзия с костяшками домино

Вверху – половинка костяшки домино с пятью вогнутыми пятнышками и одним выпуклым. Внизу – половинка с двумя вогнутыми и четырьмя выпуклыми пятнышками. На самом деле вы смотрите на плоский лист бумаги. Пятнышки выглядят вогнутыми или выпуклыми из-за характера их затенения. Мы ожидаем, что свет падает сверху, поэтому у выпуклого пятнышка должен быть затенен нижний край, а у вогнутого – верхний. Если вы перевернете книгу, вогнутые пятнышки станут выпуклыми, а выпуклые – вогнутыми.



Рис. 5.8. Иллюзия выпуклой маски

Фотографии вращающейся маски Чарли Чаплина (последовательность справа налево и сверху вниз). Лицо внизу справа вогнутое, потому что мы смотрим на маску изнутри, но мы невольно воспринимаем его как выпуклое, с выступающим носом. В данном случае наше знание того, что лица выпуклы, берет верх над тем, что мы знаем о свете и тени.

Источник: Профессор Ричард Грегори (Richard Gregory), отделение экспериментальной психологии, Бристольский университет.

Когда априорные знания нашего мозга неверны, наше восприятие оказывается обманчивым. Современные технологии позволяют создавать множество новых изображений, правильно интерпретировать которые наш мозг не способен. Такие изображения мы неизбежно воспринимаем неправильно.

К объектам, которые мы почти не в состоянии воспринимать правильно, относится вогнутая внутренняя поверхность маски, повторяющая форму лица. Когда мы смотрим на маску изнутри (фото внизу справа на рис. 5.8), мы невольно видим в ней подобие нормального выпуклого лица. Априорное убеждение, что лица выпуклы, а не вогнуты, оказывается слишком сильным, чтобы наш мозг мог его поменять. Если маска при этом медленно вращается, создается еще одна иллюзия. Так как вогнутая поверхность маски выглядит выпуклой, кончик носа кажется ближайшей к нам точкой этой поверхности, хотя на самом деле это самая далекая от нас точка. В результате мы неправильно интерпретируем движение маски, и, когда она поворачивается к нам внутренней стороной, нам кажется, что она вращается в противоположную сторону¹²⁷.

¹²⁷ Все идеи, излагаемые в этой главе, восходят к работам Ричарда Грегори, чьи замечательные лекции мне довелось слушать в шестидесятых годах. Вращающуюся маску и другие эффектные демонстрации можно увидеть на его сайте: <http://www.richardgregory.org/experiments/index.htm>. – Примеч. авт.

Как наши действия рассказывают нам о мире

Для мозга между восприятием и действиями существует тесная связь. Наше тело служит нам, чтобы познавать окружающий мир. Мы взаимодействуем с окружающим миром посредством своего тела и смотрим, что из этого выйдет. Этой способности тоже не хватало ранним компьютерам. Они просто смотрели на мир. Они ничего не делали. У них не было тел. Они не делали предсказаний. Восприятие давалось им с таким трудом в том числе и по этой причине.

Даже самые простые движения помогают нам отделять один воспринимаемый объект от другого. Когда я смотрю на свой сад, я вижу забор, за которым стоит дерево. Откуда я знаю, какие коричневые пятна относятся к забору, а какие к дереву? Если согласно моей модели мира забор стоит перед деревом, то я могу предсказать, что ощущения, связанные с забором и с деревом, будут меняться по-разному, когда я двигаю головой. Так как забор расположен ближе ко мне, чем дерево, фрагменты забора движутся у меня перед глазами быстрее, чем фрагменты дерева. Мой мозг может объединить все эти фрагменты дерева благодаря их согласованному движению. Но движусь при этом я, воспринимающий, а не дерево и не забор.

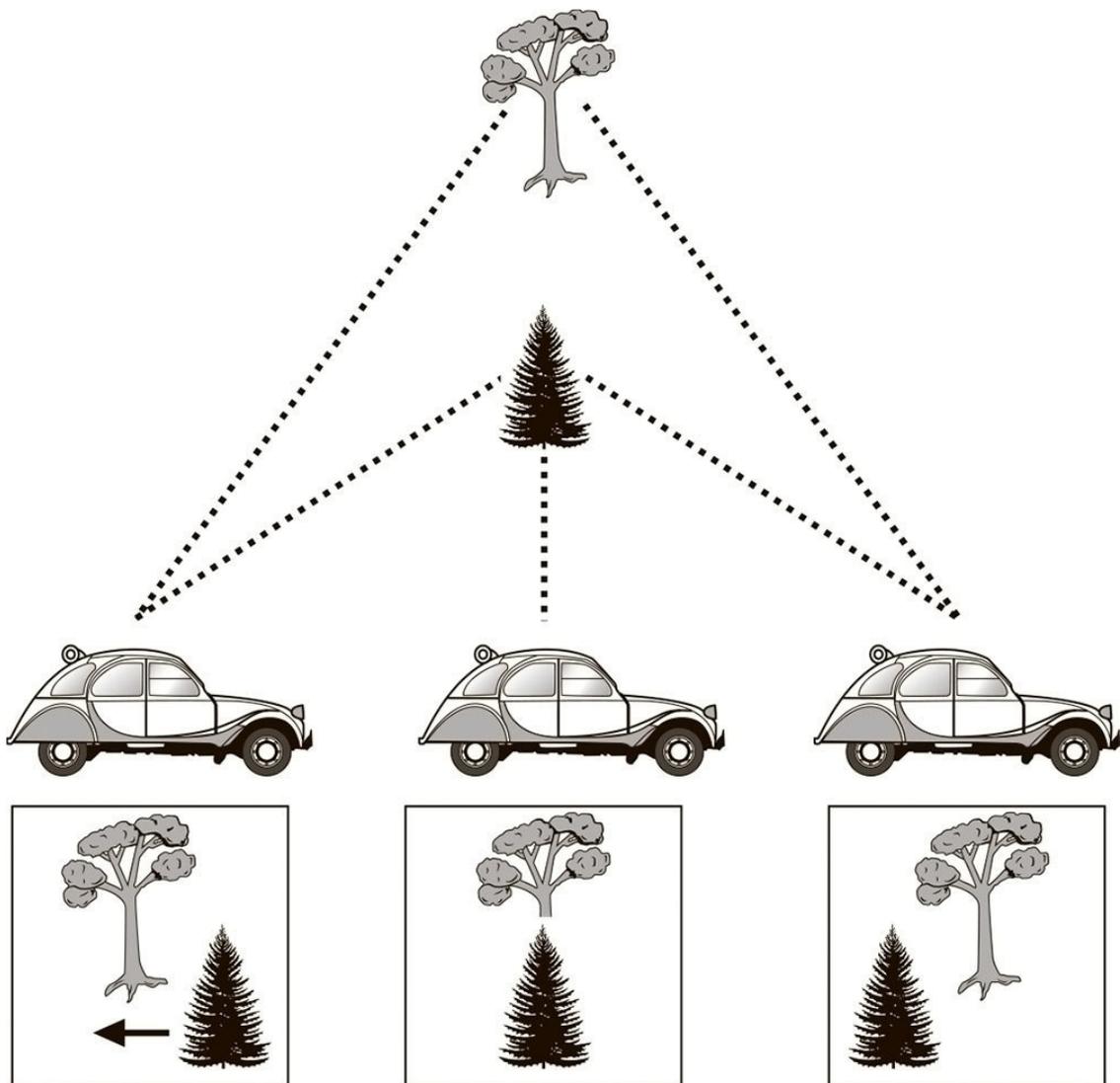


Рис. 5.9. Мы можем понять, где что находится, посредством движения

Когда мы движемся мимо двух деревьев, елка, расположенная ближе, сдвигается в нашем поле зрения быстрее, чем лиственное дерево, расположенное дальше. Это явление называют

параллаксом движения. Оно помогает нам понять, что елка расположена ближе к нам, чем лиственное дерево.

Простые движения помогают нашему восприятию. Но движения, совершаемые с некоторой целью, которые я буду называть действиями, помогают восприятию еще больше. Если передо мной стоит бокал с вином, я осознаю, какой он формы и какого цвета. Но я не осознаю, что мой мозг уже рассчитал, какое положение должна занять моя рука, чтобы взять этот бокал за ножку, и предчувствует, какие ощущения возникнут при этом в моих пальцах. Эти приготовления и предчувствия происходят даже в том случае, если я не собираюсь брать в руку этот бокал (см. рис. 4.6). Часть мозга отображает окружающий мир в свете наших действий, например действий, нужных, чтобы выйти из комнаты или чтобы взять со стола бутылку. Наш мозг непрерывно и машинально предсказывает, какими движениями будет лучше всего осуществить то или иное действие, которое нам может понадобиться совершить. Всякий раз, когда мы совершаем какое-либо действие, эти предсказания проверяются, и наша модель мира совершенствуется, исходя из ошибок в таких предсказаниях. Опыт обращения с бокалом вина улучшает мое представление о его форме. В будущем мне будет проще понять, какой он формы, посредством такого несовершенного и неоднозначного чувства, как зрение.

Наш мозг познаёт окружающий мир, создавая модели этого мира. Это не какие-то произвольные модели. Они постоянно совершенствуются, чтобы выдавать нам как можно лучшие предсказания наших ощущений, возникающих при взаимодействии с окружающим миром. Но мы не осознаём работы этого сложного механизма. Так что же мы вообще осознаём?

Мы воспринимаем не мир, а его модель, создаваемую мозгом

То, что мы воспринимаем, это не те необработанные и неоднозначные сигналы, поступающие из окружающего мира к нашим глазам, ушам и пальцам. Наше восприятие намного богаче – оно совмещает все эти необработанные сигналы с сокровищами нашего опыта¹²⁸. Наше восприятие – это предсказание того, что должно быть в окружающем нас мире. И это предсказание постоянно проверяется действиями.

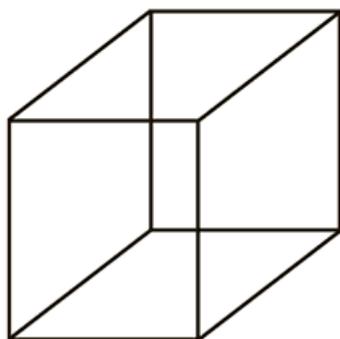
Но любая система, когда дает сбой, совершает определенные характерные ошибки. По счастью, эти ошибки весьма информативны. Они не только важны для самой системы тем, что она учится на них, они также важны для нас, когда мы наблюдаем за этой системой, чтобы разобраться, как она работает. Они дают нам представление о том, как устроена эта система. Какие ошибки будет совершать система, работающая путем предсказаний? У нее будут возникать проблемы во всякой ситуации, допускающей неоднозначную трактовку, например когда два разных объекта окружающего мира вызывают одно и то же ощущение¹²⁹. Такие проблемы обычно решаемы за счет того, что одна из возможных трактовок намного вероятнее другой. Весьма маловероятно, что в этой комнате сейчас находится носорог. Но в результате система оказывается обманута, когда маловероятная трактовка на деле и есть правильная. Многие зри-

¹²⁸ Когда Уистлер выставил свою картину “Ноктюрн в черном и золотом: падающая ракета” (см. рис. 5 на цветной вставке), Рёскин написал, что художник имел дерзость просить 1000 гиней за “банку краски, брошенную в лицо публике”. Уистлер подал на него в суд за клевету и в суде свидетельствовал, что написание этой картины у него ушло всего “несколько часов”. Адвокат Рёскина сказал: “Вы просили 1000 гиней за несколько часов работы?” Уистлер ответил: “Нет, я просил 1000 гиней за опыт всей моей жизни”. – *Примеч. авт.*

¹²⁹ На самом деле любая ситуация допускает неоднозначные трактовки. Любого характера активности наших органов чувств может иметь разные причины. Чтобы разобраться в них, нужно решить так называемую обратную задачу. Именно поэтому для восприятия так важны априорные знания. – *Примеч. авт.*

тельные иллюзии, которые так любят психологи, работают именно потому, что обманывают наш мозг подобным образом.

Очень странная форма комнаты Эймса спланирована так, чтобы вызывать у нас те же зрительные ощущения, что и обычная прямоугольная комната (см. рис. 2.8). Обе модели, комнаты странной формы и обычной прямоугольной комнаты, позволяют одинаково хорошо предсказать то, что видят наши глаза. Но на опыте мы имели дело с прямоугольными комнатами настолько чаще, что поневоле видим и комнату Эймса прямоугольной, и нам кажется, что люди, которые движутся по ней из угла в угол, немислимым образом увеличиваются и уменьшаются. Априорная вероятность (ожидание) того, что мы смотрим на комнату такой странной формы, столь невелика, что наш байесовский мозг не берет в расчет необычные сведения о возможности такой комнаты.



Правый или левый квадрат образует переднюю сторону куба?



Чаша или два лица, смотрящих друг на друга?



Жена или теща? (Подбородок молодой женщины становится носом старухи.)

Рис. 5.10. Двусмысленные изображения

Источники: Куб Неккера: Necker, L.A. (1832). Observations on some remarkable optical phenomena seen in Switzerland; and on an optical phenomenon which occurs on viewing a figure of a crystal or geometrical solid. *The London and Edinburgh Philosophical Magazine and Journal of Science*, 1(5), 329–337. Чаша/лица (фигура Рубина): Rubin, E. (1958). Figure and ground. In D. Beardslee & M. Wertheimer (Ed. and Trans.), *Readings in perception* (pp. 35–101). Princeton, NJ: Van Nostrand. (Оригинал опубликован в 1915 году.) Жена/теща: Boring, E.G. (1930). A new ambiguous figure. *American Journal of Psychology*, 42(3), 444–445. Оригинал был нарисован

известным карикатуристом Уильямом Хиллом и опубликован в журнале *Ruck* за 6 ноября 1915 года.

Но что происходит, когда у нас нет априорных оснований предпочесть одну трактовку другой? Так бывает, например, с кубом Неккера. Мы могли бы увидеть его как довольно сложную плоскую фигуру, но на опыте мы намного чаще имели дело с кубами. Поэтому мы видим куб. Проблема в том, что это могут быть два разных куба. У одного передняя сторона расположена вверху справа, а у другого – внизу слева. У нас нет никаких оснований предпочесть одну трактовку другой, поэтому наше восприятие самопроизвольно переключается с одного возможного куба на другой и обратно.

Еще более сложные изображения, такие как фигура Рубина и портрет жены или тещи, демонстрируют спонтанные переключения с одного воспринимаемого образа на другой, также связанные с тем, что обе трактовки в равной степени правдоподобны. Тот факт, что наш мозг реагирует подобным образом на двусмысленные изображения, лишней раз свидетельствует о том, что наш мозг представляет собой байесовское устройство, познающее окружающий мир путем предсказаний и поиска причин наших ощущений.

Цвета существуют только у нас в голове

Вы могли бы возразить, что все эти двусмысленные изображения изобретены психологами. Мы не встречаем таких объектов в реальном мире. Это верно. Но реальному миру тоже свойственна неоднозначность. Рассмотрим проблему цвета. Мы узнаём цвет объектов исключительно по отражаемому ими свету. Цвет определяется длиной волны этого света. Длинные волны воспринимаются как красный цвет, короткие – как фиолетовый, а волны промежуточной длины – как остальные цвета. У нас в глазах есть специальные рецепторы, чувствительные к свету с разной длиной волны. Стало быть, сигналы, идущие от этих рецепторов, говорят нам, какого цвета помидор? Но здесь возникает проблема. Ведь это не цвет самого помидора. Это характеристика света, отражаемого помидором. Если осветить помидор белым светом, он отражает красный свет. Поэтому он и выглядит для нас красным. Но что если осветить помидор синим цветом? Теперь он может отражать только синий цвет. Будет ли он теперь выглядеть синим? Нет. Мы по-прежнему воспринимаем его как красный. Судя по цветам всех видимых объектов, наш мозг решает, что они освещены синим цветом, и предсказывает “истинный” цвет, которым должен обладать каждый из этих объектов. Наше восприятие определяется этим предсказанным цветом, а не длиной волны света, попадающего в наши глаза. Учитывая, что мы видим этот предсказанный, а не “истинный” цвет, можно создать эффектные иллюзии, в которых элементы рисунка, от которых поступает цвет с одинаковой длиной волны, кажутся окрашенными по-разному (см. рис. 6 на цветной вставке)¹³⁰.

Восприятие – это фантазия, совпадающая с реальностью

Наш мозг строит модели окружающего мира и постоянно видоизменяет эти модели на основании сигналов, достигающих наших органов чувств. Поэтому на самом деле мы воспринимаем не сам мир, а именно его модели, создаваемые нашим мозгом. Эти модели и мир – не одно и то же, но для нас это, по существу, одно и то же. Можно сказать, что наши ощущения – это фантазии, совпадающие с реальностью. Более того, в отсутствие сигналов от органов чувств наш мозг находит, чем заполнить возникающие пробелы в поступающей информации. В сетчатке наших глаз есть слепое пятно, где нет фоторецепторов. Оно находится там, где все нерв-

¹³⁰ Некоторые из таких иллюзий представлены на сайте: <http://www.lottolab.org/>. —Примеч. авт.

ные волокна, передающие сигналы от сетчатки в мозг, собираются вместе, образуя зрительный нерв. Для фоторецепторов там нет места. Мы не осознаём, что у нас есть это слепое пятно, потому что наш мозг всегда находит, чем заполнить эту часть поля зрения. Наш мозг использует сигналы, поступающие от непосредственно окружающего слепое пятно участка сетчатки, чтобы восполнить этот недостаток информации.

Поместите свой палец прямо перед глазами и внимательно посмотрите на него. Затем закройте левый глаз и медленно перемещайте палец вправо, но при этом продолжайте внимательно смотреть прямо перед собой. В какой-то момент кончик вашего пальца исчезнет, а затем снова появится, пройдя слепое пятно. Но когда на кончик пальца придется слепое пятно, ваш мозг заполнит этот пробел узором на обоях, на фоне которого виден кончик пальца, а не самим кончиком пальца.

Но даже то, что мы видим в центре нашего поля зрения, определяется тем, что наш мозг ожидает увидеть в сочетании с реальными сигналами, поступающими от органов чувств. Иногда эти ожидания оказываются столь сильными, что мы видим то, что ожидаем увидеть, а не то, что есть на самом деле. В этом позволяет убедиться эффектный лабораторный опыт, в котором испытуемым демонстрируют визуальные раздражители, например буквы алфавита, так быстро, что зрение едва различает их. Испытуемый, который ожидает, что непременно увидит букву А, иногда остается в убеждении, что видел ее, даже если на самом деле ему демонстрировали букву В.

Мы не рабы своих чувств

Может показаться, что склонность к галлюцинациям – слишком дорогая цена за способность нашего мозга строить модели окружающего мира. Неужели нельзя было настроить систему так, чтобы сигналы, поступающие от органов чувств, всегда играли главную роль в наших ощущениях? Тогда галлюцинации были бы невозможны. Но на самом деле это плохая идея, по ряду причин. Сигналы, идущие от органов чувств, просто недостаточно надежны. Но еще важнее, что их главенство сделало бы нас рабами своих чувств. Наше внимание, как бабочка, порхающая с цветка на цветок, постоянно отвлекалось бы на что-то новое. Иногда люди становятся такими рабами своих чувств из-за повреждений мозга. Есть люди, которые поневоле отвлекаются на все, на что падает их взгляд. Человек надевает очки. Но тут он видит другие очки, и надевает и их тоже¹³¹. Если он видит бокал с вином, он должен его выпить. Если он видит карандаш, должен им что-то написать. Такие люди не способны реализовать какой-либо план или следовать каким-либо указаниям. Выясняется, что у них обычно сильно повреждены лобные доли коры. Их странное поведение впервые описал Франсуа Лермитт.

Пациент <...> пришел ко мне домой. <...> Мы вернулись в спальню. Покрывало с кровати было снято, и верхняя простыня отогнута, как обычно. Когда пациент увидел это, он немедленно начал раздеваться [в том числе снял парик]. Он забрался в кровать, укрылся простыней до подбородка и приготовился отойти ко сну.

Пользуясь контролируруемыми фантазиями, наш мозг спасается от тирании окружающего. В вавилонском столпотворении университетской вечеринки я могу уловить спорящий со мной голос профессора английского языка и слушать, что она говорит. Я могу найти ее лицо среди моря других лиц. Томографические исследования мозга показывают, что, когда мы решаем обратить внимание на чье-то лицо, у нас в мозгу увеличивается нервная активность в области, связанной с восприятием лиц, причем еще до того, как лицо окажется у нас в поле зрения.

¹³¹ Этот эффект априорных знаний проявляется на намного более высоком уровне, чем действие априорных знаний на восприятие объектов. Байесовский же механизм действует на всех уровнях работы мозга. – *Примеч. авт.*

Активность этой области увеличивается даже тогда, когда мы всего лишь представляем себе чье-нибудь лицо (см. рис. п.8). Вот как сильна способность нашего мозга создавать контролируемые фантазии. Мы можем предвосхитить появление лица в поле зрения. Мы можем даже представить себе лицо, когда на самом деле никакого лица перед нами нет.

Откуда мы знаем, что реально, а что нет?

С нашими фантазиями об окружающем мире связаны две проблемы. Во-первых, откуда мы знаем, что создаваемая нашим мозгом модель мира верна? Но это еще не самая серьезная проблема. Для нашего взаимодействия с окружающим миром неважно, верна ли построенная нашим мозгом модель. Важно только одно – работает ли она. Позволяет ли она действовать адекватно и прожить еще один день? В целом да, позволяет. Как мы убедимся из следующей главы, вопросы о “верности” моделей нашего мозга возникают только тогда, когда он общается с мозгом другого человека, и оказывается, что его модель окружающего мира отличается от нашей.

Другая проблема открылась нам в ходе тех томографических исследований восприятия лиц. Связанная с восприятием лиц область мозга активизируется, когда мы видим или представляем себе какое-либо лицо. Так как же наш мозг узнаёт, когда мы действительно видим лицо, а когда лишь воображаем его? В обоих случаях мозг создает образ лица. Как нам узнать, стоит ли за этой моделью реальное лицо? Эта проблема относится не только к лицам, но и к чему угодно другому.

Но эта проблема решается очень просто. Когда мы только представляем себе лицо, в наш мозг не поступают сигналы от органов чувств, с которыми он мог бы сравнивать свои предсказания. Никаких ошибок тоже не отслеживается. Когда же мы видим реальное лицо, модель, создаваемая нашим мозгом, всегда оказывается немного неидеальной. Мозг постоянно совершенствует эту модель, чтобы уловить все мимолетные изменения в выражении этого лица и все игры света и тени. К счастью, действительность всегда полна неожиданностей.

Воображение – очень скучная штука

Мы уже видели, как зрительные иллюзии помогают нам разобраться в том, как мозг моделирует действительность. Вышеупомянутый куб Неккера – широко известная зрительная иллюзия (см. рис. 5.10). Мы можем видеть на этом рисунке куб, передняя сторона которого направлена влево и вниз. Но тут наше восприятие внезапно меняется, и мы видим куб, передняя сторона которого направлена вправо и вверх. Объясняется это очень просто. Наш мозг видит на этом рисунке скорее куб, чем плоскую фигуру, которая там есть на самом деле. Но как изображение куба этот рисунок неоднозначен. Он допускает две возможных трехмерных трактовки. Наш мозг спонтанно переключается с одной трактовки на другую в неустанных попытках найти вариант, который лучше соответствует сигналам, поступающим от органов чувств.

Но что произойдет, если я найду неопытного человека, который никогда раньше не видел куб Неккера и не знает, что он кажется направленным то в одну сторону, то в другую? Я покажу ему рисунок ненадолго, чтобы он успел увидеть только один вариант куба. Затем я попрошу его представить себе эту фигуру. Произойдет ли переключение образов, когда он будет смотреть на эту фигуру в своем воображении? Оказывается, что в воображении куб Неккера никогда не меняет своей формы. Наше воображение совершенно некреативно. Оно не делает предсказаний и не исправляет ошибок. Мы ничего не творим у себя в голове. Мы творим, облекая наши мысли в форму набросков, штрихов и черновиков, позволяющих нам извлечь пользу из неожиданностей, которыми полна действительность. Именно благодаря этим неиссякаемым неожиданностям взаимодействие с окружающим миром и приносит нам столько радости.

В этой главе показано, как наш мозг познаёт окружающий мир, строя модели и делая предсказания. Он строит эти модели путем совмещения информации, поступающей от органов чувств, с нашими априорными ожиданиями. Для этого совершенно необходимы и ощущения, и ожидания. Мы не осознаём всей работы, которую проделывает наш мозг. Мы осознаём лишь модели, которые получаются в результате этой работы. Поэтому нам и кажется, что мы воспринимаем окружающий мир напрямую, не прилагая особых усилий.

6. Как мозг моделирует внутренний мир

“Значит, вам скучно читать романы и вы не любите поэзию”, – говорит профессор английского языка чуть ли не с жалостью.

“С чего вы это взяли?”

“Вы только что сказали, что вас радует только материальный мир, а воображение – крайне скучная штука. Вы отвергаете все творчество человеческого духа, все миры, рожденные воображением великих писателей и художников, которые и создали нашу уникальную человеческую культуру”.

“Я говорил о воображаемом мире, создаваемом одним мозгом, работающим в одиночку. Вы же говорите о внутренних мирах других людей. Я согласен с вами. Внутренние миры других людей еще более интересны и еще менее предсказуемы, чем материальный мир. Но эти миры нам тоже открывает наш мозг”.

“Культуру нельзя свести к работе мозга, – говорит она. – Чтобы проникнуть в мысли другого, требуется понимание. А естественные науки способны только объяснять”.

“Я не одобряю весь этот постмодернистский нонсенс”¹³² – встревает новая заведующая отделением физики, которая подошла к нам только что.

“Но внутренний мир других людей – это их личный, субъективный мир. Такой мир нельзя изучать естественно-научными методами”.

Как можно догадаться, нам всем показалось слишком утомительным продолжать этот спор о высоких материях, и мы вскоре вернулись к обсуждению университетских сплетен.

Но я, конечно, считаю, что они обе не правы. Именно наш мозг дает нам возможность проникнуть во внутренний мир других людей, и отсюда возникает вполне закономерный вопрос, как у него это получается.

Наука вполне может объяснять, как нам удается понимать других людей, точно так же как она может объяснять, как мы, отдельные люди, понимаем происходящее в мире вокруг нас. Психология как наука во многом занимается именно этим. Как мы убедились из предыдущей главы, наши знания о материальном мире по своей природе субъективны. Все, что мы знаем о материальном мире, записано в модели этого мира, создаваемой нашим мозгом. Мозг создает эту модель на основе наших априорных знаний и сигналов, поступающих от органов чувств. Тем самым наш мозг воссоздает материальный мир деревьев, и птиц, и людей. Наши знания о внутреннем мире других людей могут возникать точно так же. Сигналы, поступающие от наших органов чувств, позволяют мозгу создавать модель нематериального мира представлений, желаний и намерений.

Но что за сигналы говорят нам о том, что происходит в сознании других людей? Я говорю здесь не о речи и не о языке. Многое из того, что мы знаем о внутреннем мире других людей, мы узнаём, просто наблюдая за тем, как они взаимодействуют с окружающим миром, как они движутся.

Движение живых объектов

Глядя на то, как двигается тот или иной объект, уже можно сказать, живое ли это существо или просто лист, летящий по ветру. А можно сказать и намного больше. Можно, например, увидеть, что это человек, и увидеть, что он делает. Информации для этого требуется совсем

¹³² Она поддразнивает профессора английского языка, напоминая ей о мистификации, устроенной физиком Аленом Сокалом, в порядке розыгрыша опубликовавшим бессмысленную статью в серьезном литературном журнале *Social Text*. Однако, как мы убедимся из следующей главы, вполне возможно, что мы движемся в сторону нейробиологической герменевтики. – Примеч. авт.

немного. В 1973 году Гуннар Йоханссон установил маленькие лампочки на теле одной из своих студенток (примерно четырнадцать лампочек на лодыжках, коленях, локтях и т. д. оказалось вполне достаточно) и заснял ее движения в темноте на пленку. В этом фильме видны только довольно сложные движения четырнадцати светящихся точек. Если смотреть на одну из этих точек в отдельности, ее движения кажутся бессмысленными. Если смотреть на все эти точки, когда они неподвижны, эта статичная картина тоже кажется бессмысленной. Но как только эти точки приходят в движение, мы сразу видим перед собой человеческую фигуру. Мы можем сказать, мужчина это или женщина, и можем сказать, идет она, бежит или танцует. Мы можем даже сказать, весело ей или грустно¹³³. В книге я не могу показать вам движущиеся картинки, но из рис. 6.1 видно, что, если соединить такие точки отрезками, даже эти простые неподвижные изображения создают отчетливое ощущение принадлежности к определенному полу.

¹³³ Хорошие демонстрации можно найти, например, на сайте <http://www.biomotionlab.ca/projects.php>. – Примеч. авт.

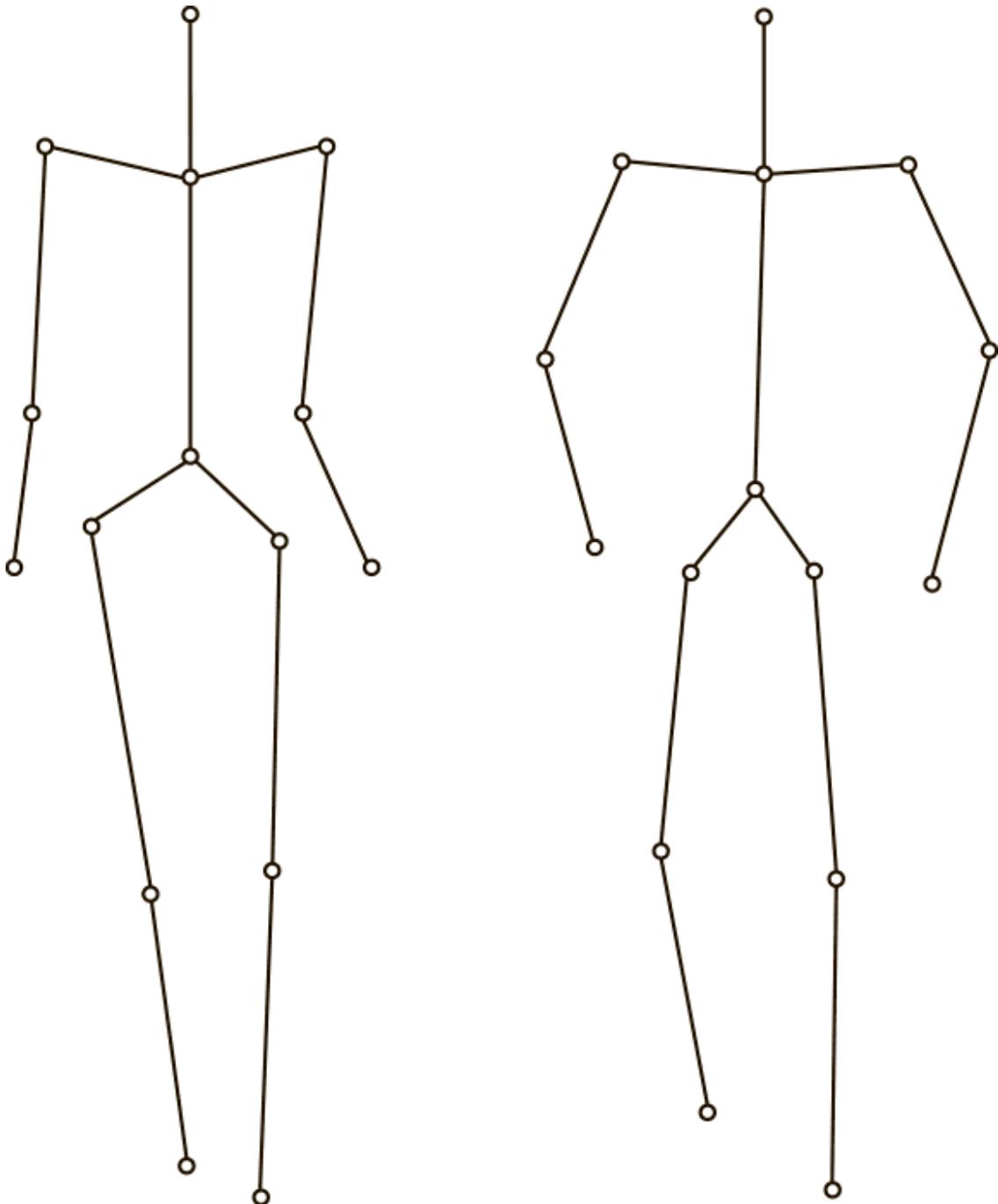


Рис. 6.1. Даже у фигуры из нескольких точек может быть пол
Движущийся вариант можно посмотреть на сайте <http://www.biomotionlab.ca/Demos/BMLgender.html> Лаборатории биологического движения профессора Николауса Трое (Nikolaus Troje).

Эта способность видеть движение живых объектов глубоко укоренена в нашем мозгу. Уже к шестимесячному возрасту младенцы предпочитают смотреть на движущиеся светящиеся точки, которые образуют человеческую фигуру, а не на точки, которые движутся похоже, но размещены случайным образом. Даже кошек можно научить отличать светящиеся точки, образующие фигуру движущейся кошки, от таких же точек, размещенных случайным образом.

Как движения могут выдавать намерения

Задача распознать кошку по ее движениям ничем не отличается от задачи распознать кошку по форме ее тела или по издаваемым ею звукам. Чтобы узнать, что творится в окружающем мире, наш мозг готов пользоваться любыми сигналами, поступающими извне. Сложные движения – одна из тех вещей, к которым наш мозг особенно чувствителен. Способность распознать в одном объекте кошку, а в другом – танцующую женщину еще не дает нам доступа во внутренний мир убеждений и намерений других людей. Но, наверное, способность распознать кошку, которая подкрадывается к добыче, или женщину, которой грустно, уже подводит нас к границе чужого внутреннего мира. В этих примерах видимые нами движения кое-что говорят нам о намерениях кошки и о чувствах женщины.

Даже очень простые движения могут сообщать нам что-то о целях и намерениях других. Дьёрдь Гергей и его коллеги показывали двенадцатимесячным младенцам небольшой фильм (см. “Задание на обучение” на рис. 6.2). Вначале были видны маленький серый мячик и большой черный мячик, разделенные барьером. Затем маленький мячик перепрыгивает через барьер и останавливается возле большого черного мячика. Младенцы смотрят этот ролик несколько раз, пока он им совсем не наскучит. Затем им показывают новый фильм, с такими же мячиками, но без барьера.

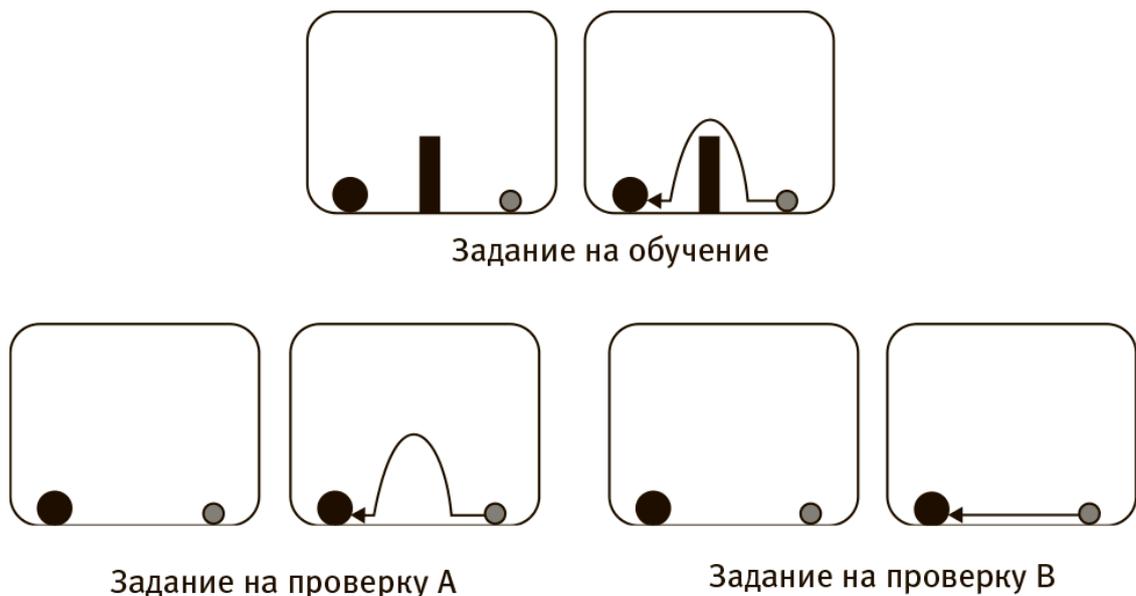


Рис. 6.2. Двенадцатимесячные младенцы имеют представление о цели действия

В ходе задания на обучение младенец смотрит на то, как серый мячик перепрыгивает через барьер и добирается до черного мячика. Когда барьер исчезает, младенец ожидает, что серый мячик будет двигаться к черному по прямой (проверочное задание В), а не будет прыгать, как раньше (проверочное задание А).

Источник: Перерисовано с рис. 1 и 3 из статьи: Gergely, G., Nadasdy, Z., Csibra, G., & Biro, S. (1995). Taking the intentional stance at 12 months of age. *Cognition*, 56 (2), 165–193.

Идея, на которой основаны подобные эксперименты, состоит в том, что младенец, которому наскучило смотреть один и тот же ролик, будет внимательнее смотреть другой ролик, если в нем будет что-то неожиданное. Такой ролик смотреть интереснее. Он несет больше информации и требует от нас изменения своих убеждений о том, что происходило в предыдущем ролике.

Так в каком же ролике будет больше неожиданного? В задании А серый мячик двигался точно так же, как в задании на обучение. Он подпрыгивал и останавливался возле черного мячика. В задании В серый мячик вел себя совсем по-другому. Он двигался к черному мячику по прямой. Таким образом, применительно к движениям в задании В должно быть больше неожиданного. Но младенцы думали иначе. Их намного больше удивляло задание А, где серый мячик перепрыгивал через несуществующий барьер. Этот эксперимент показывает¹³⁴, что младенцы трактуют движение серого мячика применительно к его цели: серый мячик стремится оказаться рядом с черным мячиком. Если на его пути стоит барьер, серый мячик должен через него перепрыгнуть, чтобы добраться до черного мячика. Но если барьера больше нет, серый мячик может добраться до черного простейшим возможным способом. Ему больше незачем прыгать. Поэтому именно такого поведения мячика мы (и младенцы) и ожидаем, когда барьер исчезает. Неожиданным для нас оказывается случай, в котором серый мячик продолжает прыгать, когда барьера больше нет. Теперь мы должны изменить свои представления о цели серого мячика. Может быть, ему просто нравится прыгать?

Другие люди интересуют нас намного больше, чем серые мячики. Мы постоянно наблюдаем за их движениями и пытаемся предсказать, что они будут делать дальше. Когда мы идем по улице, от нас требуется предсказывать, в какую сторону отклонится идущий навстречу человек, чтобы разойтись с нами. Мы так часто предсказываем это правильно, что случаи, когда мы оба отклоняемся в одну и ту же сторону, кажутся нам исключительными и вызывают у нас сконфуженные улыбки.

Особенно много внимания мы уделяем глазам других людей. Когда мы следим за чьими-нибудь глазами, мы улавливаем их малейшие движения. Мы можем на расстоянии в 1 метр заметить движение глаз, при котором они смещаются менее чем на 2 миллиметра. Эта чувствительность к движениям глаз позволяет нам сделать первый шаг в область внутреннего мира другого человека. По положению его глаз мы можем довольно точно сказать, куда он смотрит. А если мы знаем, куда человек смотрит, мы можем узнать, чем он интересуется.

Если мы посмотрим на рис. 6.3, мы увидим, что Ларри интересуется мячиком, и сами невольно тоже посмотрим на этот мячик.

Я вижу профессора английского на другом конце комнаты, полной людей. Первое, что я замечаю, это что она смотрит не на меня. Кем же она там интересуется? Я невольно отслеживаю направление ее взгляда. Неужели это тот самоуверенный юноша, молекулярный биолог?

¹³⁴ Для подтверждения этой трактовки авторы провели намного больше контрольных проверок, чем здесь описано. – *Примеч. авт.*

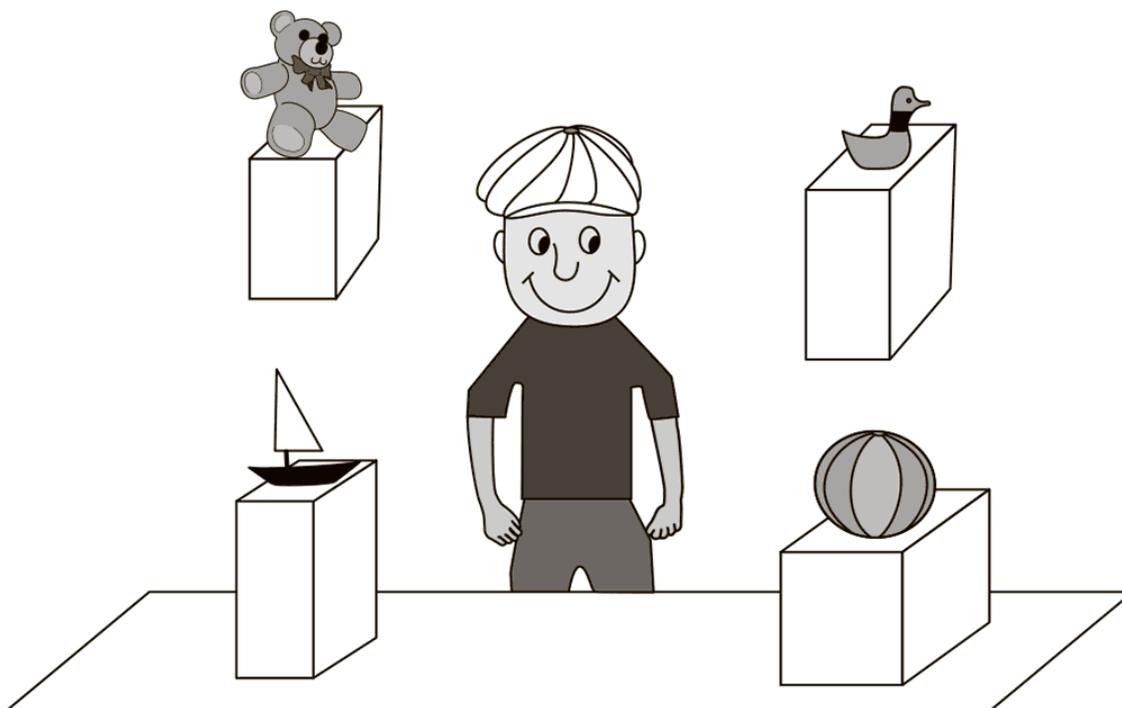


Рис. 6.3. Мы видим по глазам Ларри, чего он хочет

Мы видим, что Ларри смотрит на мячик. При этом мы тоже смотрим вначале на мячик и лишь затем на другие предметы.

Источник: рис. 1b и опыт с Ларри из статьи: Lee, K., Eskritt, M., Symons, L.A., & Muir, D. (1998). Children's use of triadic eye gaze information for "mind reading." *Developmental Psychology*, 34(3), 525–539.

Подражание

Мы не только поневоле смотрим на то, на что смотрят другие. У нашего мозга есть склонность машинально повторять любые движения, которые мы видим. Самые яркие свидетельства свойственного мозгу стремления к подражанию были получены в опытах с измерением электрической активности отдельных нейронов в мозгу обезьян. Джакомо Риццолатти и его коллеги проводили эти опыты в Парме на нейронах, задействованных в хватательных движениях. Они обнаружили, что разные нейроны связаны с разными типами хватательных движений. Один нейрон активировался, когда обезьяна аккуратно брала указательным и большим пальцами какой-нибудь маленький предмет, например семечко арахиса. Другой нейрон активировался, когда обезьяна брала что-нибудь всеми пальцами руки, например карандаш. В части мозга, отвечающей за управление движениями (премоторной зоне коры) нашлись нейроны, соответствующие длинному списку разных хватательных движений.

Однако, к удивлению исследователей, некоторые из этих нейронов активировались не только тогда, когда обезьяна брала что-нибудь рукой. Они также активировались тогда, когда обезьяна видела, как что-нибудь брал рукой один из экспериментаторов. Нейрон, реагирующий на взятие арахисового семечка самой обезьяной, реагировал и тогда, когда обезьяна видела, как арахисовое семечко брал экспериментатор. Такие нейроны теперь называют зеркальными. Список действий, которым соответствуют эти нейроны, относится как к наблюдению, так и к совершению этих действий.

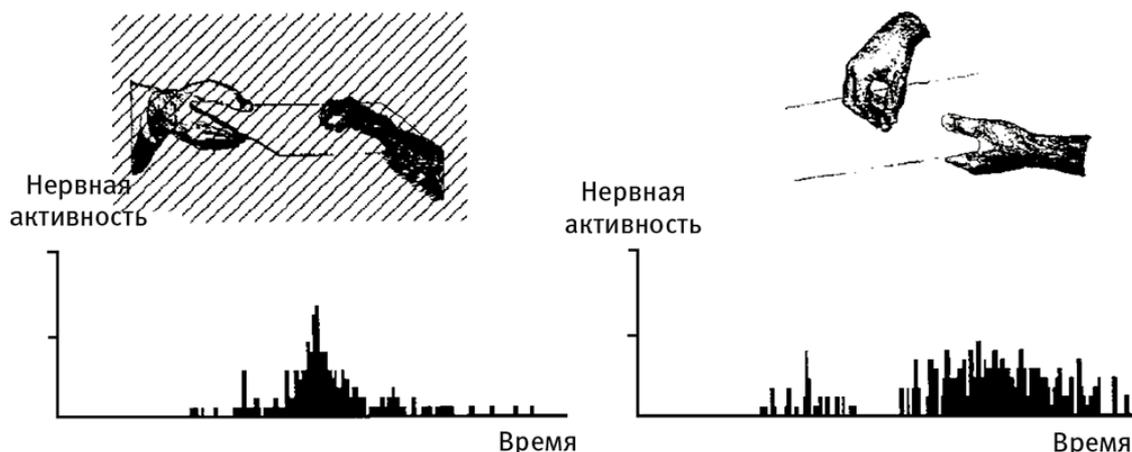


Рис. 6.4. Зеркальные нейроны

Эти нейроны активируются тогда, когда обезьяна совершает определенное действие или видит, как это же действие совершает кто-то другой.

Слева – обезьяна совершает действие (не видя собственной руки).

Справа – обезьяна видит, как экспериментатор совершает это же действие.

Источник: Часть рис. 2 из статьи: Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., & Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, 3(2), 131–141.

То же самое свойственно и человеческому мозгу. Всякое наше движение сопровождается активностью определенного характера в моторных участках мозга. Одно из первых удивительных открытий, сделанных с помощью томографии мозга, состояло в том, что активность того же характера наблюдается и в тех случаях, когда мы готовимся совершить такое же движение или просто представляем себе, что совершаем его (см. рис. п.7). То же самое происходит, когда мы наблюдаем за движениями кого-то другого. Наш собственный мозг при этом активируется в тех самых участках, которые активировались бы, если бы мы сами совершали эти движения. Главное отличие, разумеется, состоит в том, что мы сами при этом не движемся.

Наш мозг реагирует подобным образом, когда мы видим движения кого-то другого, несмотря на то что иногда эта реакция вступает в противоречие с нашими собственными действиями и может даже приводить к неловким ситуациям. У меня был дядя, страдавший хромотой. В детстве, когда я шел рядом с ним, мне приходилось внимательно следить за своими движениями, чтобы не хромать, как он. Эта склонность подражать действиям других может принимать крайние формы у людей с синдромом Жилия де ла Туретта¹³⁵. У таких людей часто встречается навязчивая тяга к подражанию тому, что делают другие: кашлю, чиханию, почесыванию. Это сильно осложняет жизнь и им самим, и их близким.

Чтобы подражать кому-то, нужно понять его цели

Подражание похоже на предсказание. У нас есть склонность подражать другим автоматически, не задумываясь об этом. Нам кажется, что это просто. И только когда мы пытаемся научить этому машину, мы понимаем, как это сложно. Когда я вижу, как вы двигаете рукой, я могу просто повторить те же движения. Движения вашей руки вызывают изменения картины, отражающейся у меня на сетчатке и трактуемой моим мозгом. Но как моему мозгу удастся перевести ряд меняющихся зрительных картин в ряд приказов мышцам, которые произведут те

¹³⁵ Это расстройство двигательной системы мозга, для которого особенно характерны двигательные тики – повторяющиеся бесцельные движения – и произвольные выкрики. Это расстройство впервые описал французский врач Жиль де ла Туретт. Это его фамилия. Его полное имя было Жорж Альбер Эдуар Брут Жиль де ла Туретт. – *Примеч. авт.*

же движения в моей собственной руке? Начать с того, что я не вижу задействованных в вашем движении мышц. Кроме того, если я подражаю движениям ребенка, мне нужно посылать моим мышцам другие сигналы, чтобы получить те же движения, ведь мои руки намного длиннее.

Та же самая проблема стоит перед разработчиками компьютеров. Как сделать так, чтобы управляемая голосом система обработки текстов переводила последовательность звуковых колебаний, производимых нашим голосом, в пятна определенной формы на бумаге, выходящей из принтера? Решение этой проблемы состоит в том, чтобы создавать внутренние модели, которые свяжут одно с другим. В примере с управляемым голосом компьютером роль таких внутренних моделей играют слова. После того как входящие сигналы – звуковые колебания (или визуальные стимулы, или нажатия на клавиши) – переводятся в слова, на выходе можно получить картину (ряды букв или узоры из точек), выводимую на любой принтер.

В случае с движениями роль таких внутренних моделей играют цели наблюдаемых действий. Сами по себе наши действия неоднозначны. Как заметил Джон Сёрль, когда мы встречаем человека, идущего на запад, мы не знаем, идет ли он в булочную на той стороне улицы или в Патагонию. Но наш байесовский мозг решает эту проблему. Мы можем устранить эту неоднозначность, потому что заранее знаем, какова наиболее вероятная цель его движения.

Важность осознания целей для подражания можно продемонстрировать на примере “ошибок”, допускаемых детьми в имитационных играх. В одной из таких игр я говорю маленькой девочке, сидящей за столом напротив меня, повторять все мои действия. Я поднимаю правую руку. Она в ответ поднимает левую руку. Допустила ли она ошибку? Она подняла не ту руку. Но она повторяет мои движения, как это сделало бы зеркало. Я дотрагиваюсь до своего левого уха левой рукой. Она дотрагивается до своего правого уха правой рукой, снова как в зеркале. Теперь я совершаю перекрестное движение и дотрагиваюсь до правого уха левой рукой. Она не повторяет это движение. Она дотрагивается до левого уха левой рукой. Допустила ли она ошибку? Она не воспроизвела мое перекрестное движение. Но она воспроизвела его цель – дотронуться до левого уха. Она достигла той же цели наиболее разумным способом – протянув ближайшую руку.



Экспериментатор:
“Делай как я”.



Ребенок:
“Хорошо”.

Рис. 6.5. Дети воспроизводят цели движений, а не сами движения: левой или правой рукой дотронуться до уха?

Маленький ребенок воспроизведет цель (дотронуться до левого уха), а не движение (сделать это правой рукой). Ребенок совершает более простое движение, дотрагиваясь до левого уха левой рукой.

Источник: Рис. 1 из статьи: Bekkering, H., Wohlschlaeger, A., & Gattis, M. (2000). Imitation of gestures in children is goal-directed. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, section A*, 53(1), 153–164.

Но вот я даю ей по-настоящему сложную задачу. В середине стола находится кнопка. Я склоняюсь над ней и нажимаю ее лбом. Что сделает девочка? Зачем это мне понадобилось нажимать кнопку головой? Что она сделает, зависит от моих рук. Если их движения явно скованы, потому что я решил, что холодно, и накинул на плечи плед, то она нажмет кнопку рукой. Она будет думать, что моя цель была нажать кнопку и что я сделал бы это рукой, если бы мои руки не были заняты чем-то другим. Но если мои руки явно не заняты, потому что лежат по обе стороны от кнопки, то девочка нажмет кнопку головой. Она будет думать, что моя цель была нажать кнопку именно головой.



Рис. 6.6. Дети воспроизводят цели движений, а не сами движения: головой или рукой нажать кнопку?

Маленький ребенок должен воспроизвести движение экспериментатора, который нажимает кнопку головой.

Вверху – когда руки экспериментатора завернуты в шаль, ребенок нажимает кнопку рукой.

Внизу – когда руки экспериментатора свободны, ребенок нажимает кнопку головой.

Источник: Рис. 1 из статьи: Gergely G., Bekkering, H., & Kiraly, I. (2002). Rational imitation in preverbal infants. *Nature*, 415(6873), 755.

Когда мы подражаем действиям другого человека, мы внимательно наблюдаем за ним, но при этом не воспроизводим собственно его движений. Мы стараемся понять по его движениям нечто скрытое в его сознании – цель этих движений. Затем мы подражаем ему, совершая движения, имеющие ту же цель.

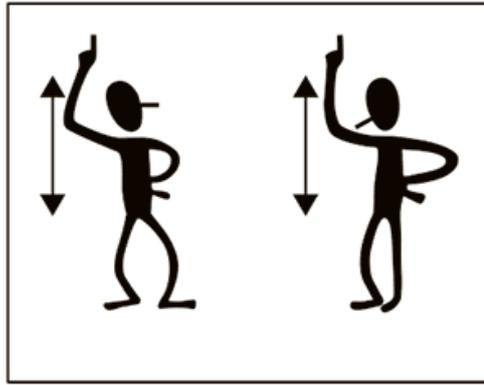
Люди и роботы

Как только мы понимаем цели наблюдаемых движений, эти движения приобретают для нас особый смысл. Все, что угодно, может просто “двигаться”: камни могут перекатываться в бурной реке, ветви могут качаться на ветру. Но лишь некоторые существа двигаются по собственной воле, преследуя собственные цели. Назовем такие целенаправленные движения *действиями*. И только таким действиям, совершаемым существами, преследующими определенную цель (мы назовем их *деятелями*), наш мозг и старается машинально подражать.

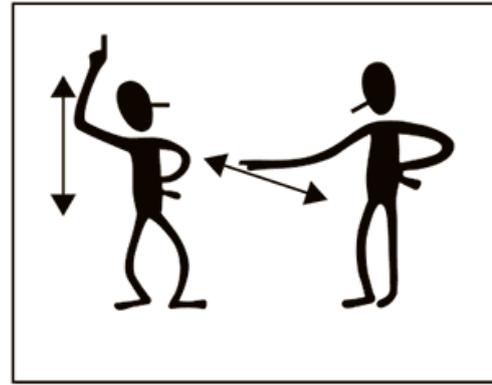
Чтобы убедиться в том, что наш мозг машинально подражает действиям других людей, не обязательно измерять мозговую активность. Когда мы просто смотрим на движения другого человека, мы не осознаём, что наш мозг подражает им. Мозговая активность меняется, но никаких внешних проявлений этого не наблюдается. Но что если попробовать совершать некоторое движение, наблюдая за движениями кого-то другого? Если мы совершаем то же действие, что и человек, за которым мы наблюдаем, это может облегчить нам выполнение такого действия. На этом основаны групповые занятия гимнастикой. Но если мы совершаем другое действие, выполнять его будет сложнее.

Джеймс Килнер провел изящный эксперимент, в котором людей просили просто ритмично двигать рукой вверх-вниз, наблюдая за тем, как экспериментатор двигает рукой из стороны в сторону. Точные измерения показали, что такое наблюдение за иными движениями делает собственные движения наблюдателя более изменчивыми. Этот факт отражает склонность нашего мозга машинально подражать действиям других. Но если испытуемый наблюдал за движениями, совершаемыми механической рукой робота, это никак не сказывалось на его собственных движениях. Наш мозг не склонен машинально подражать движениям робота, потому что замечает их тонкие отличия от наших, и мы воспринимаем такие движения механизма, а не живого объекта. Робот не воспринимается как деятель, имеющий собственные цели и намерения. В движениях механической руки наш мозг видит только движения, но не действия¹³⁶.

¹³⁶ При этом, разумеется, в особых случаях цель действия может состоять в самих движениях. Целью балерины может быть идеальный *гран жете*. – Примеч. авт.



Испытуемый (subject, S)
и экспериментатор
(experimenter, E) совершают
одинаковые движения



Испытуемый (S)
и экспериментатор (E)
совершают разные
движения



Запись движений, совершаемых испытуемыми, которые махали рукой вертикально или горизонтально, смотря на экспериментатора. Эти движения варьировали сильнее, если движения экспериментатора отличались от движений испытуемого (справа)

Рис. 6.7. Наблюдение за движениями другого может влиять на наши собственные движения

Рис. 1 и 2 из статьи: Kilner, J.M., Paulignan, Y., & Blakemore, S.J. (2003). An interference effect of observed biological movement on action. *Current Biology*, 13(6), 522–525.

Сопереживание

Но подражание также открывает нам доступ к личному внутреннему миру других людей. Мы подражаем не только грубым движениям рук и ног. Мы также машинально подражаем тонким движениям лиц. И это подражание чужим лицам влияет на наши чувства. Когда мы видим улыбающееся лицо, мы тоже слегка улыбаемся, и нам становится веселее¹³⁷. Когда мы видим лицо, исполненное отвращения, мы тоже чувствуем отвращение. Таким образом, благодаря способности нашего мозга переводить с языка предсказаний на язык действий мы невольно разделяем даже подобные личные эмоции других людей.

¹³⁷ Есть простой способ сделать так, чтобы вам стало веселее, даже не глядя на улыбающиеся лица. Зажмите в зубах карандаш (раздвинув губы в стороны). Для этого поневоле придется улыбнуться, и вам станет веселее. Если же вы хотите, чтобы вам стало грустно, зажмите карандаш одними губами. – *Примеч. авт.*

Боль часто кажется нам самым сокровенным из всех наших ощущений. Я знаю, когда мне самому больно, но разве я могу что-то знать о вашей боли? Философы, такие как Витгенштейн, активно занимались этой проблемой и пришли к выводам, разобраться в которых для меня оказалось очень сложно. Иногда мы можем что-то узнать о чужой боли, глядя на то, как человек себя ведет, и слушая, что он говорит. Томография мозга позволила обнаружить систему участков, “матрицу боли” (pain matrix), которая активируется, когда человек испытывает боль. Так что физиологические аспекты этого ощущения не так уж сокровенны.

Но субъективное ощущение боли не соотносится напрямую с физической природой вызывающего боль раздражителя. Прикосновение раскаленного прутика причиняет меньшую боль, когда нас что-то отвлекает, даже если температура прутика при этом остается прежней. Субъективное ощущение боли можно также изменить посредством гипноза или приема безвредной таблетки (плацебо), которую вам выдали за болеутоляющее. Активность некоторых участков мозга соответствует физической температуре вызывающего боль раздражителя. Активность других участков соответствует субъективному ощущению боли. Эти явления можно противопоставить друг другу как физическую сторону боли и психическое ощущение боли.

Что же происходит, когда мы видим человека, которому больно? У нас в мозгу активируются те же участки, которые активируются, когда мы сами испытываем боль. Может быть, на этом и основано сопереживание – наша способность разделять личные чувства других? По крайней мере, люди, более склонные к сопереживанию¹³⁸, определенно демонстрируют большее усиление мозговой активности, когда видят другого человека, испытывающего боль.

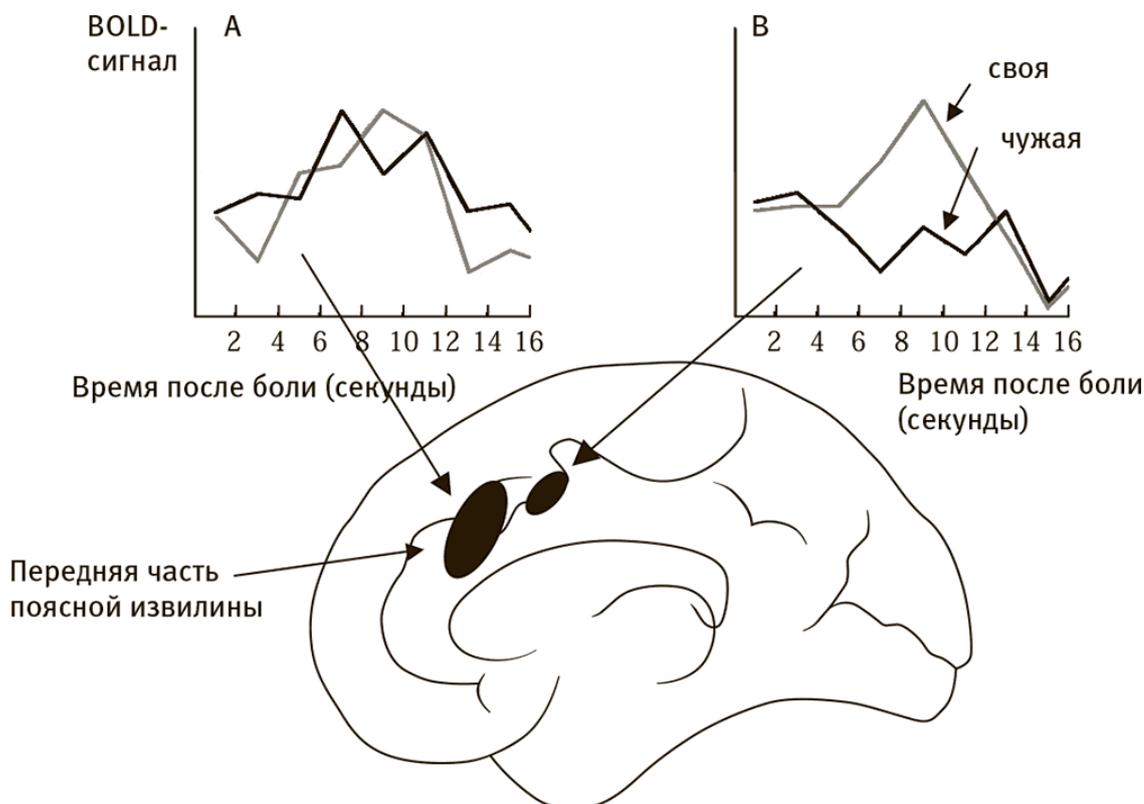


Рис. 6.8. Ощущение чужой боли

¹³⁸ Склонность к сопереживанию оценивают с помощью тестов, в которых испытуемые соглашаются с такими утверждениями, как “Посмотрев фильм, который плохо кончается, я часами не могу об этом забыть”. Или не соглашаются с такими утверждениями, как “Я не способен сильно жалеть тех, кто сам виноват в своем несчастье”. – *Примеч. авт.*

Передняя часть поясной извилины расположена на внутренней поверхности каждого полушария в передней части коры головного мозга.

Эта область активизируется, когда мы испытываем боль.

Что происходит в передней части поясной извилины, когда мы знаем, что кому-то, кто нам дорог, очень больно? Задний участок этой области (В) реагирует только на нашу собственную боль. Но перед ним располагается участок (А), который реагирует на боль других людей не меньше, чем на нашу собственную.

Как такое может быть? Как я могу ощущать то, что чувствуете вы? На этот вопрос можно ответить, наблюдая за тем, какие именно участки мозга активизируются во время сопереживания. Как мы убедились, активность некоторых участков мозга связана с физическими сторонами боли (например, с тем, какова температура раскаленного прутика, или где он касается тела). Эти участки *не активизируются* в ответ на боль, которую испытывает кто-то другой¹³⁹. Активность других участков связана с психическим ощущением боли¹⁴⁰. Эти участки *активируются* в ответ на боль, которую испытывает кто-то другой. Итак, мы можем разделить психическое ощущение боли другого человека, но не ее физическую сторону. Те же участки мозга активизируются и тогда, когда мы предвосхищаем наступление боли, например если знаем, что через пять секунд после звукового сигнала до нас дотронутся раскаленным прутиком. Если мы можем предвосхитить наступление боли, которую почувствуем впоследствии, так ли сложно предвосхитить наступление чужой боли? Разумеется, мы не можем почувствовать физическое ощущение боли, с которой столкнется кто-то другой. Но мы можем строить мысленные модели боли, вызываемой этими физическими раздражителями. Именно благодаря тому, что мы можем строить модели материального мира, мы и способны разделять ощущения внутреннего мира других людей.

Чувство деятельности

Есть и еще одно чувство, более вездесущее, чем боль, но столь же личное. Это чувство того, что всё у меня под контролем, чувство, что я сам решаю сделать что-либо, а затем делаю это. Чувство того, что я деятель. Все мы деятели. Но наше чувство деятельности касается отнюдь не только выполнения различных действий для достижения определенных целей. Мы также делаем выбор. Мы решаем, к каким целям стремиться. Мы решаем, когда и какие действия совершать. Мы не просто деятели. Мы свободные деятели. По крайней мере, в том, что касается мелочей жизни, все мы уверены, что всё у нас под контролем и от нас зависит, произойдет или нет то или иное событие. Моя рука лежит на столе, и я смотрю на свой палец и жду, когда он пошевелится. Но ничего не происходит. Но всегда, когда я захочу, я могу поднять этот палец. В этом и состоит тайна власти сознания над материей: как мысль может вызывать события, происходящие в материальном мире.

“Какая еще тайна? – говорит профессор английского языка. Она видела, как я пристально смотрю на свою руку, и укрепила в своем убеждении, что я человек со странностями. – Разумеется, я могу поднять палец, когда захочу. Или вы один из тех нейробиологов, кто отрицает существование свободной воли?”

Не только ученым интересно, как мы управляем своими действиями.

¹³⁹ Но когда мы видим, как кому-то в руку втыкают иголку, мы вздрагиваем, и в активности нашего мозга происходят изменения, похожие на те, которые возникли бы, если бы иголку воткнули в нашу собственную руку. – *Примеч. авт.*

¹⁴⁰ Психическое ощущение боли связано с активностью передней части поясной извилины. Людей, страдающих от сильных хронических болей, иногда лечили удалением этой области мозга (эту операцию называют цингулотомией). После операции эти люди по-прежнему чувствовали боль, но у них пропадала эмоциональная реакция на нее. – *Примеч. авт.*

Подняв ладошку и согнув пальцы, Брайони, как уже случалось прежде, удивилась тому, что этот предмет, этот механизм для хватания, этот мускулистый паук на конце ее руки принадлежит ей и полностью подчиняется ее командам. Или все же у него есть и какая-то собственная жизнь? Она разогнула и снова согнула пальцы. Волшебство заключалось в моменте, предшествовавшем движению, когда мысленный посыл превращался в действие. Это напоминало накатывающую волну. “Если бы только удалось удержаться на гребне, – подумала она, – можно было бы разгадать секрет самой себя, той части себя, которая на деле за все отвечает”. Она поднесла к лицу указательный палец, уставившись на него, приказала ему пошевелиться. Он остался неподвижен, потому что она притворялась, не была серьезна, а также потому, что приказать ему пошевелиться или намереваться пошевелить им не одно и то же. А когда Брайони наконец все же согнула палец, ей показалось, будто действие это исходит из него самого, а не из какой-то точки ее мозга. В какой момент палец понял, что нужно согнуться? И когда она поняла, что хочет его согнуть?

Иэн Макьюэн, “Искушение”¹⁴¹

Мне не очень хочется отвечать на вопрос профессора английского, потому что мои убеждения относительно свободы воли крайне неоднозначны. Что мне точно известно, это что у меня есть очень сильное *ощущение* свободы воли. Я чувствую, что контролирую свои действия. Как бы сильно на меня ни давили обстоятельства, заставляя сделать что-либо, я всё равно чувствую, что окончательный выбор остается за мной. Некоторые из нас скорее согласились бы умереть, чем потерять свободу. Но большую часть времени наше чувство свободной деятельности, чувство контроля над своими действиями возникает из мелочей.

Нажав на кнопку дверного звонка, я могу сделать так, чтобы он зазвонил. Меня немного удивляет мелодия этого звонка, но в данном случае это и неважно. В результате того, что я позвонил, профессор английского языка подойдет к двери и откроет ее. В этом и была цель моего действия. Это и делает меня деятелем. Деятели – это те, кто может вызывать события. Сущность деятеля – в причинно-следственных связях.

Наш мозг очень хорошо умеет связывать причины и следствия. Для этого нужно уметь предсказывать и следить за временем. Следствие наступает после причины. Пронаблюдав причину, мы можем предсказать, каким будет ее следствие и когда это следствие проявится. Именно это и делает наш мозг. Он делает предсказания об окружающем мире, а затем проверяет, насколько хорошо эти предсказания работают. Посредством таких предсказаний мозг узнаёт, каким причинам соответствуют какие следствия. Затем эти причины и следствия *связываются* вместе, образуя элементы, которые в данном случае соответствуют действиям, совершаемым деятелями¹⁴². (Точно так же, как цвет, форма и движение связываются вместе, образуя объекты окружающего мира.)

Это связывание воедино причин и следствий, дающее действия, можно проследить, если попросить испытуемых сообщать нам, в какой момент времени происходит тот или иной компонент их действий. Мы можем попросить испытуемого совершить очень простое действие, например нажать кнопку звонка, в результате чего этот звонок зазвонит. Мы можем попросить испытуемого, пользуясь специальными компьютерными часами, отмечать точное время, когда он нажимает на кнопку, и точное время, когда звонок начинает звонить (как в экспериментах Бенджамина Либета, описанных в третьей главе). Назовем такое время *внутренним* временем.

¹⁴¹ Перевод И. Дорониной.

¹⁴² Это связывание причин и следствий, образующее действия, было продемонстрировано серией остроумных экспериментов, поставленных Патриком Хаггардом. – *Примеч. авт.*

Это время, когда соответствующие события происходят в сознании испытуемого. Мы можем также измерить время, когда эти события происходят в материальном мире. Компьютер отмечает точное время, когда испытуемый нажимает на кнопку, и точное время, когда звонок начинает звонить. Назовем такое время реальным временем. Внутреннее и реальное время обоих событий не совпадают. В сознании испытуемого нажатие кнопки происходит несколько позже, чем на самом деле, а звук раздается немного раньше. Испытуемому кажется, что причина и следствие отделены меньшим промежутком времени, чем на самом деле. Во внутреннем времени компоненты наших действий связаны между собой и сближены.

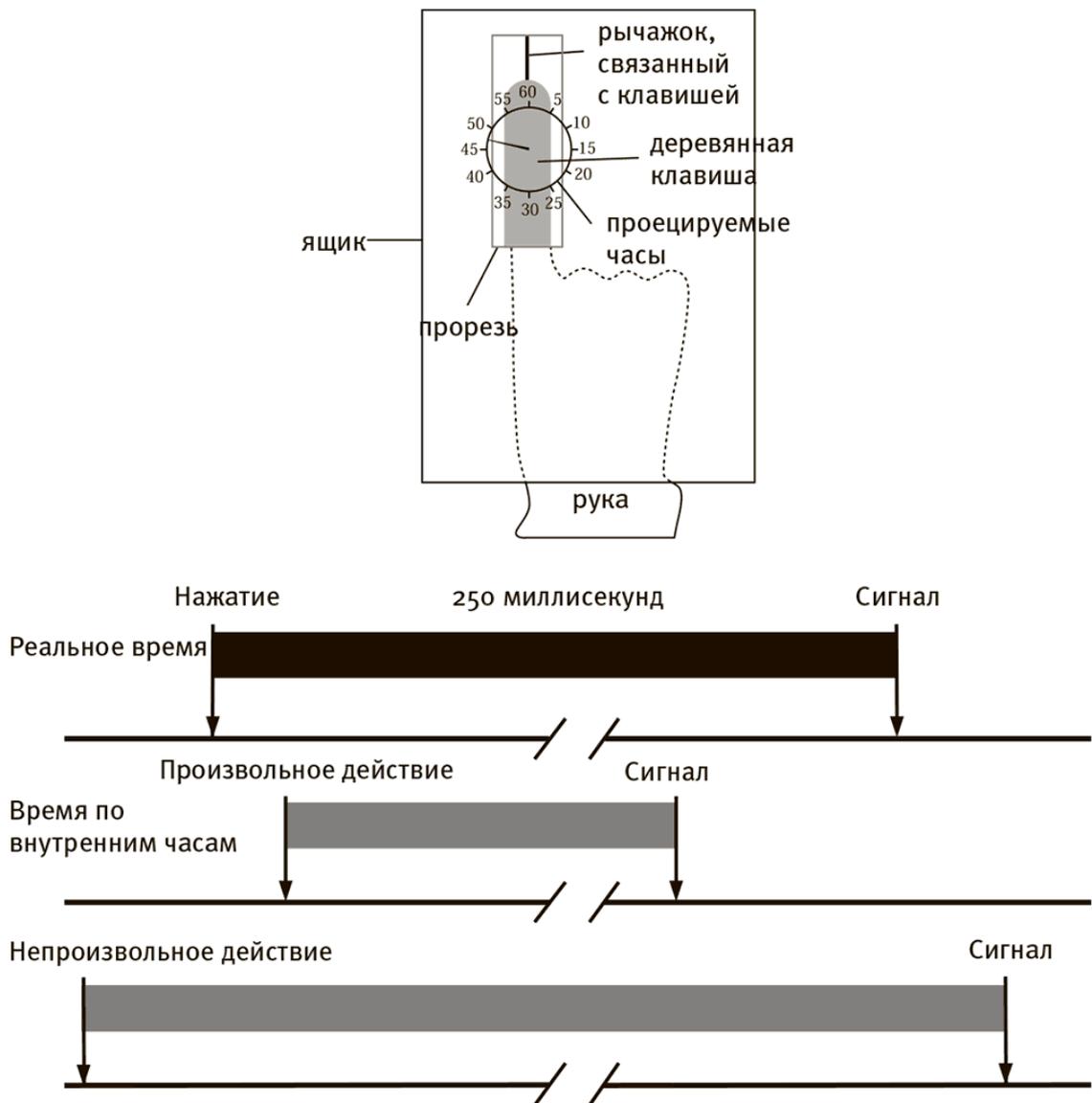


Рис. 6.9. Мозг связывает между собой причины и следствия действий

В этом эксперименте испытуемый нажимает пальцем на клавишу, из-за чего через 250 миллисекунд раздается звуковой сигнал. Пользуясь компьютерными часами, которые проецируются на верхнюю сторону пальца, испытуемые сообщают, в какой момент времени произошли оба события. Когда испытуемый нажимает на клавишу и вызывает звуковой сигнал, эти события оказываются ближе друг к другу по его внутренним часам, чем в реальном времени. Мозг сближает причину и следствие во времени. Когда же испытуемый совершает то же движение непроизвольно (потому что его мозг стимулируют сильным магнитным импульсом), движение и звуковой сигнал оказываются дальше друг от друга по его внутренним часам.

Теперь повторим тот же эксперимент, но на этот раз изменим характер исследуемой деятельности. Что произойдет, если испытуемый будет нажимать на кнопку не по собственной воле, а произвольно, под действием сильного магнитного импульса, действующего на участок двигательной зоны коры его мозга? В этом случае испытуемый не будет чувствовать, что сам вызывает движение своего пальца. Движение совершается в отсутствие намерения его совершить. Когда звонок после такого невольного движения начинает звонить, испытуемый не чувствует, что это он вызвал появление звука. Непроизвольное движение пальца – это не действие. В данном случае, когда палец движется, но человек не совершает действия, его мозг больше не сближает движение пальца и начало звука во внутреннем времени, и ощущаемый интервал между этими событиями оказывается больше, чем реальный. Мозг человека понимает, что в данном случае он не выступает в роли деятеля, и не считает, что это он совершил данное действие. Поэтому он ослабляет сближение этих событий во времени.

Но что происходит, когда мы видим, как кто-то нажимает на кнопку и заставляет звонок звонить? Способны ли мы ощущать чувство деятельности кого-то другого?

Проблема привилегированного доступа

Я знаю о себе немало такого, чего я никак не могу знать о вас. Когда я выполняю то или иное действие, я испытываю множество ощущений, которыми никак не могу поделиться с вами. Усилие, которое я вкладываю в нажатие. Давление кнопки звонка на палец. Эти сигналы, к которым у меня есть привилегированный доступ, дают мне ощущение своей собственной деятельности, подобного которому я никак не могу испытать в связи с деятельностью кого-то другого. Это глубоко личное ощущение. Я не могу поделиться этим ощущением своих собственных движений с вами. И я не могу разделить ваше ощущение ваших движений. Означает ли это, что мое ощущение своей собственной деятельности должно быть совсем не таким, как ваше? Означает ли это, что я могу знать, что я деятель, но никак не могу знать, являетесь ли деятелем вы? Наш повседневный опыт убеждает нас в обратном.

Мозг создает у меня ощущение деятельности, связывая вместе причины и следствия действий, которые я совершаю. Что же произойдет, если, вместо того чтобы отмечать время моих собственных действий, я буду следить за тем, как вы нажимаете кнопку, вызывая звук звонка, и отмечать точное время этих двух событий? В данном случае у меня не будет вашего ощущения нажатия кнопки. Но, несмотря на его отсутствие, в моем внутреннем времени эти события все же будут сближены по отношению к реальному времени. Я связываю воедино причины и следствия действий, даже если в роли деятеля выступаете вы, а не я.

Итак, похоже, что даже для моего чувства своей собственной деятельности мне не требуется полагаться на глубоко личные ощущения, сопровождающие мои действия. Ощущение деятельности основывается просто на связывании причин и следствий посредством предсказаний. И поэтому я могу ощущать вашу деятельность точно так же, как ощущаю свою.

“Я что-то не понимаю, – говорит профессор английского языка. – Эти глубоко личные ощущения, о которых вы говорите, это ощущения, которые возникают, когда я двигаю пальцем. Но вы уже рассказали мне в подробностях, когда пытались пощекотать меня, что, когда мы сами совершаем действия, такие ощущения подавляются. Так, значит, мы не можем пользоваться этими личными ощущениями”.

“Разумеется”, – говорю я, не желая признаться, что я сам об этом не подумал.

Из ее догадки следует весьма существенный вывод. Именно тогда, когда мы сами не выступаем в роли деятелей, например когда кто-то другой двигает нашей рукой, мы более всего ощущаем эти внутренние сигналы. Когда мы сами играем роль деятелей, эти внутренние сигналы подавляются. И это означает, что мы воспринимаем самих себя как деятелей точно так

же, как мы воспринимаем других людей как деятелей: мы отмечаем связи между действиями и их результатами. При этом мы учитываем все, что знаем о первоначальных намерениях действующего. Но мы не учитываем физических ощущений, испытываемых другими деятелями. Именно благодаря тому, что у нас нет прямой связи с материальным миром, даже с миром нашего собственного тела, мы и можем проникать в чужие внутренние миры. Механизмы, возникшие у нас в мозгу в ходе эволюции и предназначенные для познания материального мира, дают нам также возможность проникать во внутренние миры других людей.

Иллюзии деятельности

Но наша способность создавать модели внутреннего мира влечет за собой и некоторые проблемы. Наша картина материального мира представляет собой фантазию, ограниченную сигналами, поступающими от органов чувств. Точно так же и наша картина внутреннего мира (своего собственного или других людей) представляет собой фантазию, ограниченную поступающими к нам сигналами о том, что мы сами говорим и делаем (или о том, что говорят и делают другие). Когда эти ограничения не срабатывают, у нас возникают иллюзии относительно совершаемых и наблюдаемых нами действий.

Иногда мы думаем, что совершили какое-то действие, хотя на самом деле мы ничего не делали. В третьей главе мы познакомились с тем, как Дэниэл Вегнер заставлял испытуемых думать, что они сдвигали курсор на экране компьютера, вызывая у них в сознании мысль о том, что ее нужно сдвинуть прямо перед тем, как происходило это движение. Подумать о том, чтобы совершить движение прямо перед тем, как это оно произойдет, достаточно, чтобы мы решили, что действительно совершили это движение. Но возможен и обратный эффект, когда мы приписываем собственные действия другому человеку. Мы совершаем движение, но думаем, что его совершил кто-то другой.

Есть такая методика, которую называют “облегченной коммуникацией”. Она была разработана как альтернативное средство общения для инвалидов, неспособных говорить или обладающих крайне ограниченными речевыми способностями. Смысл этой методики состоит в том, чтобы помочь таким людям общаться с помощью клавиатуры. Помощник кладет свои руки на руки инвалида, лежащие на клавиатуре, а затем улавливает, что инвалид хочет сделать, и помогает ему совершить необходимые движения. Утверждалось, что эта методика очень эффективна. Возможно, что в некоторых случаях эти утверждения и были оправданы. Но также ясно, что во многих случаях коммуникация исходила от помощника, а не от самого инвалида. Например, проверяющий задавал инвалиду ряд письменных вопросов. Но он заранее втайне устраивал так, чтобы инвалид видел одни вопросы, а помощник – другие. Из результатов этих экспериментов стало ясно, что на вопросы отвечал помощник, а не инвалид, которому он должен был помогать. Но пока помощнику не предъявляли доказательств, он был уверен, что на вопросы отвечал инвалид. У помощника была сильная иллюзия, связанная с деятельностью. Эти помощники не были какими-то особенными или необычными людьми. Такие иллюзии возникают у любого человека, оказавшегося в соответствующей ситуации. Этим они похожи на зрительные иллюзии.

Деятели, порождаемые галлюцинациями

У некоторых несчастных людей в мозгу как будто не остается никаких ограничений на фантазии, касающиеся внутреннего мира. Таким людям обычно ставят диагноз “шизофрения”.

Шизофрения относится к психическим заболеваниям, всеобщие представления о которых особенно сильно расходятся с действительностью. Во-первых, шизофрения – это *не* раздвоение личности, при котором в одном теле оказываются два сознания. Раздвоение при шизо-

френии затрагивает разные части одного сознания: эмоции и знания, волю и действия. Во-вторых, шизофрения – болезнь не редкая, но обычно и не опасная. Каждый сотый из нас рискует стать жертвой этой болезни¹⁴³. И, вопреки, наверное, самому распространенному мнению, шизофрения, хотя и может быть источником ужасных страданий самих больных и их близких, очень редко связана с насилием.

У шизофрении нет объективных физических признаков. Диагноз ставится на основе того, что пациент сообщает врачу. Пациенты говорят, что слышат голоса, когда вокруг никого нет (ложные ощущения – галлюцинации). Они рассказывают, как их преследуют коллеги по работе, хотя тому не находится никаких подтверждений (ложные убеждения – бредовые идеи). Про пациентов с галлюцинациями и бредовыми идеями иногда говорят, что они живут в отрыве от реальности. Но они находятся в отрыве скорее от своего внутреннего мира, чем от окружающего материального мира. В первой главе мы с вами познакомились с Джорджем Троссом и Перси Кингом. Они слышали голоса, когда рядом никого не было. Но это были не просто голоса. Это были голоса деятелей, отдававших приказания и комментировавших действия человека, который их слышал. Иногда шизофреникам кажется, что они полностью подчинены таким деятелям. В четвертой главе мы встречались с людьми, которые убеждены, что их действиями управляют внешние силы. Мы убедились, что эти люди осознают ощущения, связанные с движением, которые у большинства из нас подавляются. Но эти люди не говорят “У меня странное чувство, когда я двигаю рукой”, а считают, что их движения контролирует кто-то другой. Их галлюцинации порождают несуществующих деятелей.

Питер видит деятелей повсюду. Даже лист, летящий по ветру, имеет свои намерения и пытается ему что-то сказать.

Мани чувствует деятелей, которые создают у нее нежелательные эмоции. Она невольно разделяет эмоциональные ощущения других людей.

Оно пытается вселить в меня ревность. Я не ревную этого человека ни к кому. Но есть одна девушка, к которой он [злой дух] старается заставить меня ревновать. Он старается, чтобы она выглядела неотразимо. <...> Я не ревную к ней, но он старается заставить меня ревновать.

Загадочнее всех деятели, которые влияют на мысли больного. Такие ощущения описывает Мэри: ее мысли – это не ее собственные мысли.

Я гляжу в окно и думаю, что сад хорошо смотрится и трава смотрится здорово, но мне в голову приходят мысли Эймонна Эндрюса¹⁴⁴. <...> Он пользуется моим сознанием как экраном, проецируя на него свои мысли, как мелькающие картинки.

Что это значит, если у нас в сознании есть чужие, не наши собственные мысли? Французский философ Рене Декарт прославился своим тезисом “Мыслю, следовательно, существую”. Декарт пытался узнать, есть ли среди наших ощущений что-то, в чем мы можем быть вполне уверены. Мы не можем быть уверены в том, что говорят нам органы чувств, потому что видимые картины и звуки могут быть галлюцинациями или сновидениями, порождаемыми нашим мозгом¹⁴⁵. Мы не можем быть уверены в своих воспоминаниях о прошлом, потому что они могли возникнуть несколько секунд назад. Декарт пришел к выводу, что единственное, в чем мы можем быть уверены, это наши мысли. Современные философы видят в этой идее “нечувствительность к ошибкам, связанным с неверной идентификацией”. Если у человека болит зуб,

¹⁴³ Риск заболеть ревматоидным артритом примерно такой же. – *Примеч. авт.*

¹⁴⁴ *Эймонн Эндрюс* был самым популярным телеведущим в Великобритании с пятидесятых до восьмидесятых годов. – *Примеч. авт.*

¹⁴⁵ Декарт предлагал представить, что их может порождать некий злой демон. – *Примеч. авт.*

то, как утверждают философы, нет смысла спрашивать его: “Уверены ли вы, что это у вас болит зуб?” Это должно быть его ощущение. Оно не может быть ощущением кого-то другого.

Но когда люди с диагнозом “шизофрения” сообщают, что их мысли – это не их собственные мысли и кто-то внедряет эти мысли им в сознание, это как будто погружает под воду наш последний островок уверенности в своих ощущениях.

Откуда берутся мысли? Откуда мы знаем, что наши мысли – это наши собственные мысли? Вот с какими загадками мы сталкиваемся, и не только когда рассуждаем о шизофрении, но и всегда, когда задумываемся о природе сознания. Мой ответ состоит в том, чтобы задумываться также и о мозге. Именно мозг создает внутренний мир нашего сознания, здорово ли оно или утратило связь с реальностью.

Одна из причин, по которым я занимаюсь нейробиологией, это стремление разобраться в проблеме шизофрении. Я считаю, что ключ к этой проблеме лежит в тех механизмах работы мозга, которые позволяют нам строить модели внутреннего мира и использовать эти модели, предсказывая действия других людей. Но я по-прежнему понятия не имею, какие именно нарушения приводят к шизофрении.

“Ничего удивительного, – говорит профессор английского языка. – Ведь вы многого не знаете и о том, что творится в мозгу здоровых людей”.

Мы думаем, что у нас есть прямая связь с материальным миром, но это иллюзия, создаваемая нашим мозгом. Наш мозг создает модели материального мира, совмещая сигналы, поступающие от органов чувств и априорные ожидания, и именно эти модели мы и осознаём как окружающий мир. Знания о внутреннем мире – мире сознаний других людей – мы получаем точно так же. Но так или иначе наша связь с этим внутренним миром не более и не менее прямая, чем наша связь с окружающим материальным миром. Пользуясь сигналами, поступающими от органов чувств, и априорными знаниями, полученными из опыта, наш мозг создает модели сознаний других людей.

Часть третья

Культура и мозг

7. Люди делятся мыслями – как мозг создает культуру

Проблема перевода

Большую часть своей жизни мы проводим в своем внутреннем мире, создаваемом нашим мозгом, – даже когда наши чувства всю осаждают явления материального мира. Каждое утро я, вместе с тысячами других людей, еду на работу в Лондонском метро. Но при этом большую часть времени я не замечаю материального мира, который меня окружает. Я вовсе не грежу наяву, погружившись в свой собственный мир. Я читаю книги и газеты. Я погружаюсь во внутренний мир других людей.

Самое замечательное достижение нашего мозга – это, несомненно, его способность обеспечивать общение между сознаниями разных людей. Я написал эту книгу с целью передать вам собственные мысли. Профессор английского языка посвятила жизнь изучению того, как мы создаем воображаемые миры и даем им возможность взаимодействовать друг с другом при помощи слов. Люди более практичные зарабатывают немалые деньги, разрабатывая и производя продукцию, предназначенную для обмена мыслями. Это не только книги, но также мобильные телефоны и интернет. Передача мыслей от одного сознания другому кажется нам делом первостепенной важности, почти жизненно необходимым. Но если доступ к нашему сознанию есть только у нас, такое общение должно быть невозможно, разве нет?

Рассмотрим проблему перевода. На рис. 7.1 приведено стихотворение, известное своей трудностью для понимания, которое написал китайский поэт Ли Шан-инь (812?–858). Существует несколько переводов этого стихотворения на английский. Даже его название в разных переводах разное: *The Patterned Lute* (“Узорчатая лютня”), *The Inlaid Harp* (“Инкрустированная арфа”), *The Ornamented Zither* (“Разукрашенная цитра”). Вот три варианта перевода последних строк этого стихотворения¹⁴⁶:

Повременило ли оно, это стремление взрослеть, оглядываясь назад?

В трансе с самого начала, как прежде, так и теперь.

И момент, который должен был длиться вечно,
наступил и прошел в одно мгновение.

Это чувство могло бы стать тем, что запомнится,
Но в то время ты был уже смущен и потерян.

Как понять, какой из этих переводов лучше передает смысл оригинала? Проблема в том, что у нас нет прямого доступа к этому скрытому смыслу. Мы можем узнать что-то об этом смысле только посредством китайских иероглифов, которые его отражают. Многие переводы

¹⁴⁶ Эти варианты приведены в построчном переводе с английского. В переводе Анны Ахматовой (“Драгоценная цитра”) эти строки переданы так: “О всех этих чудных явлениях не раз / Придется мне размышлять. / Но надо признаться, сейчас на моей / Душе печали печать”. – *Примеч. перев.*

будут в равной степени сопоставимы с оригиналом, и у нас не будет никаких оснований для вывода, что один перевод “лучше” другого. Поэтому философ заключит, что представление о существовании скрытого смысла, который нам нужно найти, ошибочно¹⁴⁷.

¹⁴⁷ Это мысль о неопределенности перевода, которую высказал Уиллард Ван Орман Куайн. – *прим. перев.*

李商隐

Ли Шан
инь

锦瑟

Инкрустированная арфа

锦瑟无端五十弦，

Инкрустированная арфа, без причины, пятьдесят струн

一弦一柱思华年。

одна струна, один колок, думать великолепные годы

庄生晓梦迷蝴蝶，

мудрец Чжуан, на рассвете во сне спутал бабочку

望帝春心托杜鹃。

царь Ван, весной сердце передал кукушке

沧海月明珠有泪，

синее море, луна яркая, жемчужины как слезы

蓝田日暖玉生烟。

темно-синее поле, солнце теплое, нефрит испускает дым

Рис. 7.1. Проблема перевода
Ли Шан-инь (812?–858) “Узорчатая люгня”.

“Совершенно верно, – говорит профессор английского языка. – Всё, что у нас есть, это текст”.

Но этот вывод можно с тем же успехом отнести и к разговору двух людей.

У меня в голове есть некоторая идея, которую я хочу сообщить вам. Я делаю это путем преобразования смысла этой идеи в устную речь. Вы слышите мою речь и вновь преобразуете ее в идею в своей голове. Но откуда вам знать, что идея у вас в голове та же, что у меня в голове? Вы никак не можете проникнуть в мое сознание и напрямую сравнить эти идеи. Значит, общение между нами невозможно?

И все же даже в настоящий момент мы активно взаимодействуем, обмениваясь идеями о проблеме смыслов. Наш мозг преодолел эту невозможность общения.

Намерения и цели

Проблема слов и смыслов представляет собой более усложненный вариант проблемы движений и намерений. Когда я вижу движение, я улавливаю стоящее за ним намерение. Профессор английского языка машет рукой, и я вижу, что она делает мне знак, чтобы я подошел к ней или, наоборот, ушел.

Я воспринимаю движение ее руки как целенаправленное действие. Но смысл движений неоднозначен. Многие разные цели требуют одних и тех же движений. Как было отмечено в предыдущей главе, когда мы встречаем человека, идущего на запад, мы не знаем, идет ли он в булочную или в Патагонию. Столь же неоднозначен смысл, заключенный в словах. Одни и те же слова могут означать разное. Слова “Питер очень начитан” кажутся невинным высказыванием, описывающим Питера. Но следующее предложение – “Он даже слышал о Шекспире” – дает нам понять, что профессор английского языка говорит это иронически. Она хочет сказать нам, что на самом деле Питер *не* начитан¹⁴⁸.

Решение обратной задачи

Инженеры назвали бы этот поиск смысла обратной задачей. Наша рука представляет собой простое механическое устройство, вполне понятное инженерам. Ее основу составляют твердые стержни (кости), соединенные суставами. Мы двигаем рукой, прилагая силу мышц к этим стержням. Что произойдет, когда мы определенным образом приложим силу к этой системе? Поиск ответа на этот вопрос называют *прямой задачей*. Эта задача имеет однозначное решение. В механическом устройстве, таком как наша рука, имеется прямая связь между причиной (силами, которые мы прикладываем к костям) и следствием (как движется наша рука). Зная, как будут действовать силы, инженер может точно предсказать, как будет двигаться рука.

Но существует также *обратная задача*. Какие силы нам нужно приложить, если мы хотим, чтобы наша рука заняла определенное положение? У этой задачи нет единственного решения. Мы можем двигать рукой по разной траектории и с разной скоростью так, что в итоге она все равно окажется в одном и том же месте. Можно приложить силы многими способами – даже бесконечным числом способов, чтобы заставить руку в итоге занять требуемое положение. Как же мы выбираем, какие силы приложить? По счастью, когда мы двигаем руками, мы не осознаём этой проблемы. Ее решает за нас наш мозг. Одни возможные решения окажутся

¹⁴⁸ Проблему понимания фигур речи, таких как этот пример иронии, очень подробно проанализировали Дэн Спербер и Дирдре Уилсон. – *Примеч. авт.*

лучше других, и, основываясь на прошлом опыте, наш мозг очень неплохо умеет находить наилучшее¹⁴⁹.

Точно такую же обратную задачу мы решаем, когда слушаем человеческую речь. Для выражения многих разных смыслов можно использовать одни и те же слова. Как же мы выбираем из этих смыслов наилучший?

Главное здесь то, что это точно такая же задача, как та, которую наш мозг давно научился решать, воспринимая окружающий мир. Смысл (в данном случае – причина) сигналов, достигающих наших органов чувств, точно так же допускает разные интерпретации. Многие разные объекты окружающего мира могут вызвать одни и те же сигналы, поступающие от органов чувств. Нечто, выглядящее как сложная геометрическая фигура на плоскости, может быть простым трехмерным кубом (см. рис. 5.10). Как мы уже убедились, наш мозг решает эту проблему, пользуясь предположениями об окружающем мире и предсказывая, что произойдет дальше в ходе нашего взаимодействия с ним. Ошибки в таких предсказаниях позволяют нам совершенствовать свои предположения до тех пор, пока мы не получим хорошую модель того, что есть в окружающем мире. Точно так же мы (точнее, наш мозг) выдвигаем предположения о том, какие цели может преследовать тот или иной человек, и затем предсказываем, что он будет делать дальше. Мы предполагаем, что человек пытается что-то нам сообщить, и затем предсказываем, что он скажет дальше.

Априорные знания и предрассудки

С чего же начинаются наши предположения? Предположения о людях, о которых мы пока ничего не знаем, могут быть основаны только на предубеждениях. Это не что иное, как предрассудки. В наши дни слово “предрассудок” стало ругательством, но в действительности предрассудки совершенно необходимы для работы нашего мозга¹⁵⁰. Предрассудки дают нам возможность начать выдвигать предположения – и неважно, насколько точным окажется наше предположение, если мы всегда будем корректировать наше следующее предположение в соответствии с обнаруженной ошибкой. Как мы убедились на безобидном примере из пятой главы, наш мозг всегда ожидает, что свет будет падать сверху (см. рис. 5.7). Это предрассудок, встроенный в наш мозг эволюцией. Когда наш мозг наблюдает за движениями людей, он ожидает, что они будут достигать своих целей, прилагая минимум усилий (вспомним исследования подражания, описанные в шестой главе). И это тоже врожденный предрассудок. Эти предрассудки дают нам отправную точку, чтобы начать цикл предположений и предсказаний, посредством которых наша модель окружающего мира делается всё более и более точной.

У нас есть врожденная склонность к предрассудкам. Все наши социальные взаимодействия начинаются с предрассудков. Содержание этих предрассудков получено нами из взаимодействий с друзьями и знакомыми, а также из слухов. На вечеринке я совсем по-разному разговариваю со своими коллегами по работе и с людьми, далекими от естественных наук. Я ожидаю, что мои коллеги, которые тоже занимаются томографией мозга, знают очень многое из того, что знаю я. В разговоре с ними я могу использовать все термины нашего научного жаргона, такие как “стимуляция”, “BOLD-сигналы”¹⁵¹ и “подавление реакции”. Но профессор

¹⁴⁹ Мы еще не знаем, каким конкретно определением “лучшего” движения пользуется наш мозг. Лучшим может быть такое движение, которое требует наименьших затрат энергии, или такое, которое можно сделать наименее изменчивым. – *Примеч. авт.*

¹⁵⁰ Задолго до того, как нейробиологи стали последователями Байеса, Ханс-Георг Гадамер уже реабилитировал предрассудки в своих работах по герменевтике (теории понимания). Он полагал, что наши предрассудки (или априорные знания) не отгораживают нас от мира, но открывают нас для понимания того, что мы стремимся понять. – *Примеч. авт.*

¹⁵¹ Blood oxygenation level dependent signal (сигнал, зависящий от уровня кислорода) – показатель, который мы измеряем в функциональной магнитно-резонансной томографии. – *Примеч. авт.*

английского языка понимает слова “BOLD”¹⁵² и “подавление” совсем иначе. Мне нужно следить за своей речью, ведь она наверняка считает, что все психологи – фрейдисты¹⁵³.

Наши предрассудки начинаются со стереотипов. Наши первые априорные убеждения о вероятных знаниях и поведении незнакомых людей связаны с их полом. Даже у трехлетних детей уже развит этот предрассудок. Они ожидают, что у мальчиков есть игрушечные машинки, а девочки будут работать в больнице.

Вопросы для оценки детских предрассудков

Вот два ребенка. Это Джек, а это Хлоя. У кого-то из них есть четыре игрушечных машинки. У кого из них есть четыре машинки?

Вот два ребенка. Это Эмили, а это Оуэн. Кто-то из них, когда вырастет, будет работать в больнице. Кто из них будет работать в больнице?

Вот два человека. Это Элла, а это Джонатан. Кто-то из них всегда готовит ужин, а потом моет всю посуду. Кто из них готовит и моет посуду?

Социальные стереотипы дают нам отправную точку для взаимодействий с незнакомыми людьми. Они позволяют нам делать первые предположения о намерениях этих людей. Но мы знаем, что эти стереотипы очень примитивны. Предположения и предсказания, которые мы делаем на основе таких ограниченных знаний, будут не очень хороши. Когда мы заметим, что человек чем-то отличается от наших друзей и знакомых, наш мозг будет ожидать, что взаимодействие с этим человеком будет сложнее. У нас окажется меньше общего. Наш мозг будет не так уверен в том, что знает этот человек из того, что знаем мы. Поэтому нам будет уже намного сложнее предсказать, что он будет делать и говорить. Пытаясь общаться с кем-то непохожим на нас, мы неизбежно будем вести себя немного иначе, чем при общении с друзьями и знакомыми.

Что он будет делать дальше?

Вот в чем трудность таких предсказаний. Я могу предсказать, что вы будете делать, на основании того, что сделал бы я в той же ситуации. Поэтому, если вы непохожи на меня, мое предсказание может оказаться ошибочным. Мы очень хорошо понимаем свои собственные действия, потому что знаем, что будет дальше. Пианист может узнать свою игру на фортепиано на сделанных несколько месяцев назад видеозаписях, показывающих только руки и клавиши, даже если выключить звук и устранить различия в скорости игры. Если мы видим начало действия, мы можем предсказать, что случится дальше. Мы можем предсказать, куда вонзится дротик для игры в дартс, даже если мы видим только начало броска. Но мы делаем это намного лучше, если смотрим видеозапись своих собственных бросков. Мы лучше всего предсказываем действия людей, которые в точности похожи на нас.

¹⁵² *Bold* (англ.) – смелый, дерзкий, энергичный, четкий (о почерке) или жирный (о шрифте). – *Примеч. перев.*

¹⁵³ Прискорбное проявление предрассудка, свойственного нашему рассказчику. – *Примеч. авт.*

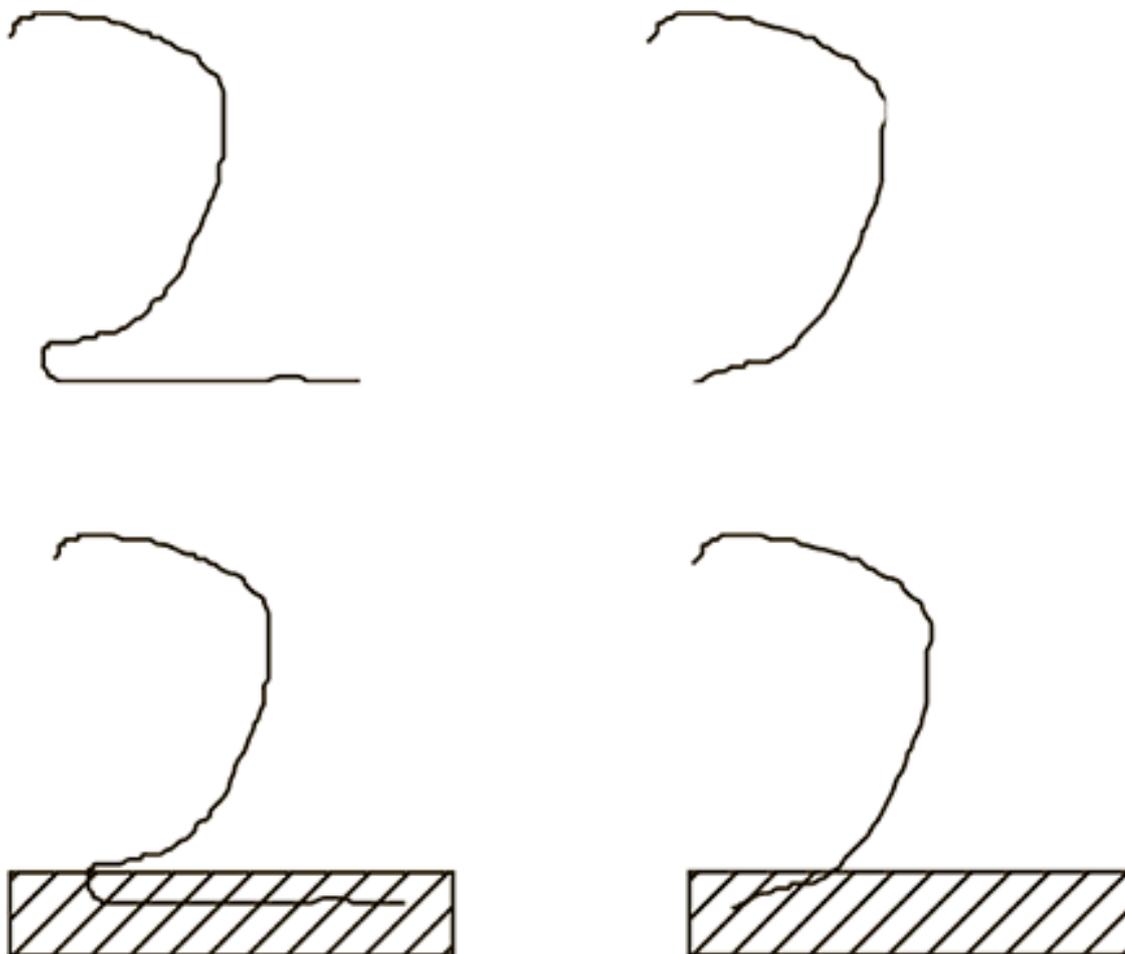


Рис. 7.2. Мы лучше предсказываем собственные движения, чем движения других людей. На рисунке показаны цифра “2” и полукруг, начертанные ужасным почерком автора этой книги. Сможете ли вы, наблюдая за движением ручки, предсказать, как закончится эта линия, как двойка или как полукруг? Скорее всего, сможете, но только если будете смотреть запись движения ручки, совершаемого вашей собственной рукой.

Я вижу среди гостей на вечеринке почетного профессора физики и делаю предположение, что он хочет выпить вина. Я предсказываю, что он будет делать дальше. Мой мозг запускает виртуальную модель: “Если бы я хотел выпить вина, я сделал бы вот что. Я протянул бы руку к бокалу. Мои пальцы сомкнулись бы вокруг него ровно 950 миллисекунд спустя”. Все это было бы так, если бы эти действия совершал я сам, но другой человек будет двигаться несколько иначе. И если это старый и усталый человек, то мои предсказания могут оказаться очень неточными.

Чужой пример заразителен

Еще одна из многих иллюзий, создаваемых нашим мозгом, это наше чувство собственного “я”. Я воспринимаю самого себя как островок стабильности в вечно меняющемся мире. А профессор английского языка безнадежно непостоянна, сейчас так доброжелательна, а через минуту так придирчива. Я сильно отличаюсь от нее, но на мне поневоле отражаются изменения ее настроения. Ее пример заразителен. Я поневоле ей подражаю.

Но это относится отнюдь не только к ней. Это относится ко всем. В шестой главе мы уже говорили о сопереживании, о том, как я автоматически разделяю эмоции, которые испытываете вы. Это делает меня более похожим на вас. Мы также узнали о том, как наш мозг

автоматически подражает действиям, которые на наших глазах совершают другие. Если понаблюдать за двумя людьми, увлеченно разговаривающими о чем-то, мы увидим, что они постепенно синхронизируют свои действия. Они одновременно скрещивают ноги и вновь ставят их прямо. Наклоняются друг другу в один и тот же момент. Когда мы взаимодействуем с другими людьми, мы подражаем им. Мы становимся более похожими на них.

Нам даже необязательно видеть других людей, чтобы заразиться их примером. В лабораторию социальной психологии приходит студент, которого тестируют на “способность к языкам”. От него требуется составлять предложения из случайного набора слов. Ему не сообщают о том, что большинство этих слов относятся к стереотипным представлениям о пожилых людях: “озабоченный”, “Флорида”¹⁵⁴, “старый”, “одинокий”, “седой” и т. п. На самом деле экспериментатора интересует вовсе не способность студента к языкам. Ему нужно измерить скорость, с которой студент будет двигаться, когда выйдет из лаборатории и пойдет обратно к лифту. Студенты, которых испытывали, используя слова, связанные со старостью, идут медленнее. Они ведут себя как более пожилые люди, чем они есть, и даже не подозревают об этом.

Чужой пример очень заразителен, даже если мы всего лишь думаем о других людях. Наши предрассудки и наши наблюдения за поведением других на время автоматически делают нас более похожими на этих людей. Это облегчает нам задачу предсказания, что они будут говорить или делать дальше.

Общение – это не только разговоры

Но как предсказание того, что человек будет делать дальше, позволяет решать проблему общения? Как бы ни были хороши мои предположения и мои предсказания, каким бы похожим я ни сделался на вас, я никак не смогу напрямую сравнить смысл того, что думаю я, со смыслом того, что думаете вы. Так как же я могу проверить, одинаковы ли эти смыслы?

Вспомним самую обычную проблему нашего сознания. Когда я смотрю на дерево в саду, у меня в сознании нет дерева. В моем сознании есть только созданная моим мозгом модель этого дерева (или представление о нем). Эта модель строится с помощью ряда предположений и предсказаний. Точно так же, когда я пытаюсь вам что-то рассказать, в моем сознании не может быть вашей мысли, но мой мозг, тоже путем предположений и предсказаний, может создать модель вашей мысли (представление о ней в моем сознании). Теперь у меня в сознании есть две вещи: (1) моя собственная мысль и (2) моя модель вашей мысли. Я могу напрямую сравнить их. Если они похожи, значит, мне, вероятно, удалось сообщить вам свою мысль. Если они отличаются, значит, мне это явно не удалось.

Я могу понять, что мое сообщение не дошло до вас, если мое предсказание о том, что вы будете делать дальше, окажется не вполне верным. Но на этом процесс не останавливается. Если я узнаю, что мне не удалось передать вам свое сообщение, я могу попытаться передать его другим способом. Но мне также нужно узнать, как именно стоит попробовать изменить способ передачи этого сообщения. Я сравниваю свою мысль и свою модель вашей мысли и вижу, что они отличаются. Это и есть ошибка моих предсказаний. Но я могу также разобраться в характере этой ошибки. Чем конкретно отличаются моя мысль и моя модель вашей мысли? Характер этой ошибки говорит мне, как изменить передачу этого сообщения, какие моменты стоит подчеркнуть, а какие опустить. Я подбираю слова не только за их значение, я подбираю их в соответствии с человеком, с которым разговариваю. Чем больше я с кем-то разговариваю, тем лучше мое представление о том, какие слова подойдут для этого человека, точно так же как чем больше я смотрю на мир, тем лучше мое представление о том, как его воспринимать.

¹⁵⁴ Во Флориде живет больше пожилых людей, чем в каком-либо другом американском штате. – *Примеч. перев.*

Обучение – это не только демонстрация и подражание

Моделирование сознания человека, с которым мы разговариваем, позволяет нам изменить способ общения с этим человеком. Мы можем принять во внимание, что этот человек знает и что он способен понять. Люди обладают разными знаниями и способностями, поэтому мы общаемся со всеми по-разному. Это может показаться очевидным, но есть ряд удивительных и тонких отличий, которые мы вносим в характер своего общения, сами того не осознавая.

Когда мать говорит что-то своему младенцу, она делает это особым голосом. Она пользуется так называемым “сюсюканьем” (baby talk) или “материнским языком” (motherese)¹⁵⁵. Та же самая мать особым голосом будет говорить и со своей кошкой. Но между этими типами голоса есть тонкая разница. И с кошкой, и со своим ребенком мать говорит более высоким голосом. Этот особый голос больше похож на голос ребенка и кошки, потому что они меньше, чем она, а у живых существ меньшего размера обычно более высокий голос. Но только разговаривая со своим ребенком, мать преувеличивает разницу между гласными звуками. Она произносит звуки “и”, “у” и “а” так, что они сильнее отличаются друг от друга. Это “растягивание пространства гласных” дает карикатуру на нормальную речь, с преувеличенными отличительными чертами звуков языка, на котором говорит мать.

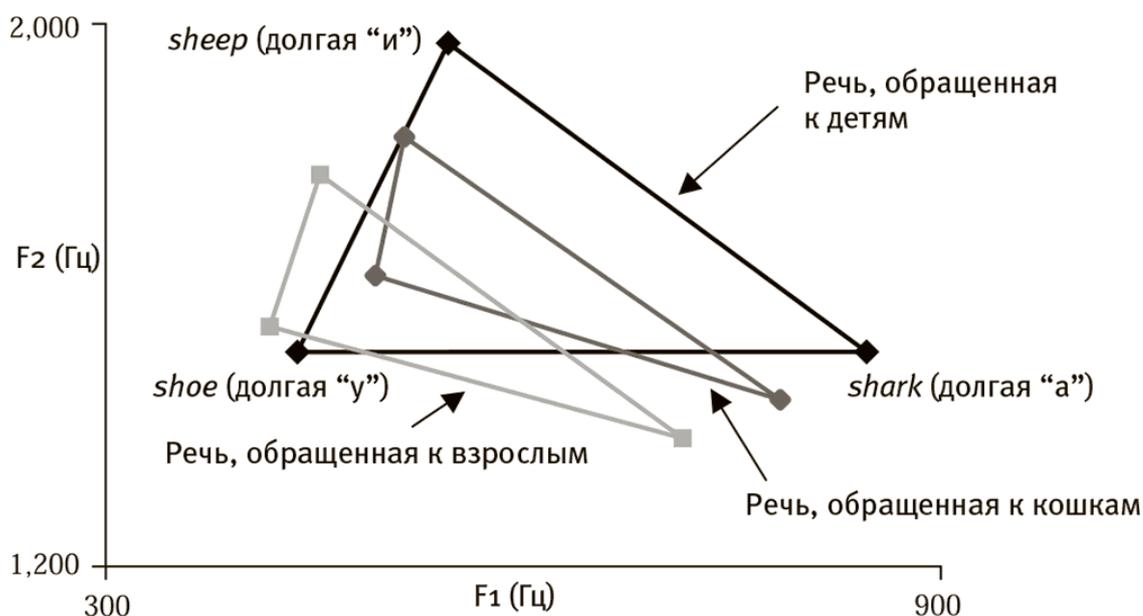


Рис. 7.3. Как матери учат говорить своих детей, но не домашних животных

Гласные звуки, такие как “ee” (долгая “и”) в слове “sheep” (овца), “ah” (долгая “а”) в слове “shark” (акула) и “oo” (долгая “у”) в слове “shoe” (туфля) определяются двумя частотами (F₁ и F₂). Различные гласные звуки можно разместить в пространстве гласных, определяемых этими частотами. Когда матери разговаривают со своими детьми, они говорят на особом “материнском языке” (motherese). Они подчеркивают гласные таким образом, что те оказываются дальше друг от друга в пространстве гласных. Это помогает детям понять разницу между гласными родного языка. Те же женщины особым образом говорят со своими кошками, но при этом они не подчеркивают гласных, а просто произносят слова более высоким голосом, чем обычно.

¹⁵⁵ “Оцовский язык” (fatherese), похоже, отличается от материнского, но он намного хуже исследован. – Примеч. авт.

Ребенок выучивает звуки родного языка, подражая своей матери. Пользуясь этой карикатурой нормальной речи, мать облегчает своему ребенку изучение родного языка. Когда она говорит с кошкой, она не прибегает к такой карикатурной речи. Она знает, что кошка всё равно не научится говорить.

Обучение путем подражания свойственно не только людям. Горные гориллы любят есть крапиву. Эта трава очень питательна, но есть ее неприятно, потому что она жжется. Гориллы выработали сложный метод, позволяющий избегать жгучих участков листьев, отрывая листья от стебля, а затем складывая их так, чтобы самые жгучие участки оказались в глубине комка, который засовывается в рот, не задевая чувствительных губ. Детеныши горилл обучаются этому навыку, наблюдая за своими матерями. Но между этим обучением и обучением человеческих младенцев есть принципиальная разница. Гориллы-матери не проявляют никакого интереса к обучению своих детенышей. Они не пытаются помочь детенышу научиться, видоизменяя процедуру обработки крапивы, когда детеныши наблюдают за ними¹⁵⁶.

У людей цикл общения при взаимодействии матери и ребенка полностью замкнут. Это проявляется не только в том, что мать интересуется тем, что делает ее ребенок. Ребенок, в свою очередь, знает, что матери интересны его действия. Младенцы охотнее слушают “материнский язык”, чем нормальную взрослую речь. Они знают, что этот язык обращен к ним. Когда ребенок видит, как мать роняет на пол кастрюлю, и слышит, как она говорит “черт!”, он не запоминает, что кастрюлю надо называть “черт”¹⁵⁷. Ребенок знает, когда мать обучает его названиям вещей, а когда не обучает.

Цикл замыкается

Читая эту книгу, вы реагируете на мои слова, но ваша реакция никак не сказывается на мне. Такое общение – процесс односторонний. Общение в форме диалога – двусторонний процесс. Вы слушаете, что я говорю, и реагируете на это. Но и я, в свою очередь, реагирую на вашу реакцию. Я называю это “замыканием цикла”.

Удивительное свойство общения в форме диалога состоит в том, как хорошо оно в большинстве случаев работает. Поэтому сбои в таком общении могут быть особенно смешны, и на них держатся все парные комические сцены. Вспомним забавные диалоги братьев Маркс:

Граучо: Ну вот, это полуостров, а это виадук, который ведет от него на материк.

Чико: Почему утка?

Граучо: Я в порядке. А ты как?¹⁵⁸

В семидесятые годы в британской комедии царили Ронни Баркер и Ронни Корбетт. Их скетч-шоу “Два Ронни” выходило в течение пятнадцати лет. В 1999 году, через десять лет после окончания этого шоу, по результатам голосования телезрителей скетч “Ручки для вилок” (*Fork Handles*) был признан лучшим из всех скетчей этого шоу¹⁵⁹. Этот диалог может служить пре-

¹⁵⁶ Ричард Берн провел превосходное исследование способа, которым гориллы подготавливают крапиву для еды, и показал, как этому навыку можно подражать. В его работе ничего не сказано об отсутствии обучающего поведения. Я сделал этот вывод на основании других исследований, результаты которых заставляют предположить, что, хотя детеныши горилл и проявляют немалый интерес к тому, что делают их матери, матери проявляют мало интереса к тому, что делают детеныши (см. также главу 4). – *Примеч. авт.*

¹⁵⁷ Но такое случается у детей, страдающих аутизмом, таких как Пол. Однажды мать Пола, работая на кухне, повторяла вслух детский стишок “Peter, Peter, pumpkin eater” и вдруг уронила кастрюлю. С этого дня Пол всякий раз скандировал “Peter eater!”, когда видел что-либо похожее на кастрюлю. – *Примеч. авт.* (“Peter, Peter, pumpkin eater” – известный английский детский стишок. В русском переводе И. Явчуновской – “Питер, приятель, тыкв пожиратель”. – *Примеч. перев.*)

¹⁵⁸ “Viaduct” (виадук) звучит похоже на “Why a duck?” (“Почему утка?”), что, в свою очередь, напоминает быстро произнесенное “How are you doing?” (“Как поживаешь?”). – *Примеч. перев.*

¹⁵⁹ В 2005 году по результатам голосования британских телезрителей он занял третье место среди самых смешных теле-

красной иллюстрацией двусмысленностей, возникающих при общении, и того, и как с ними можно разобраться, замыкая цикл.

“Ручки для ви́л”: как (в конечном итоге) цикл замыкается в скетче “Двух Ронни”

Хозяйственный магазин. Ронни Корбетт стоит за прилавком в рабочей одежде. Он только что обслужил покупательницу.

Корбетт (бормочет): Пожалуйста. Не споткнитесь там.

(В магазин входит Ронни Баркер в замызганном свитере и вязаной шапочке.)

Баркер: Fork 'andles! (Ручки для ви́л!)¹⁶⁰

Корбетт: Four candles? (Четыре свечи?)

Баркер: Fork 'andles. (Ручки для ви́л.)

(Ронни Корбетт достает из коробки четыре свечи и кладет их на прилавок.)

Баркер: No, fork 'andles! (Нет, ручки для ви́л!)

Корбетт (сбит с толку): Well there you are, four candles! (Так вот же, четыре свечи!)

Баркер: No, fork 'andles! 'Andles for forks! (Нет, ручки для ви́л! Ручки, которые для ви́л!)

(Ронни Корбетт убирает свечи и идет за ручкой для ви́л. Он приносит ее и кладет на прилавок.)

Корбетт (бормочет): Ручки для ви́л. Думал, вы сказали “четыре свечи”.

Баркер: Got any plugs? (А есть вилки?)¹⁶¹

Корбетт: Plugs. What kind of plugs? (Какие именно?)

Баркер: A rubber one, bathroom. (Резиновую, для ванной.)

(Ронни Корбетт достает коробку с пробками для ванн и кладет ее на прилавок.)

Корбетт (доставая две пробки разного размера): Какого размера?

Баркер: Тринадцать ампер!

(и т. д. и т. п.)

Ронни Б. пытается сообщить Ронни К., что хочет купить ручки для ви́л (“fork 'andles”). Чтобы проверить, правильно ли он понял, Ронни К. переспрашивает: “Four candles?” (“Четыре свечи?”). Ронни Б. слышит “fork 'andles”. Кажется, что всё в порядке. Ронни К. приносит четыре свечи. Ронни Б. видит, что его предсказание, что Ронни К. будет делать дальше (принесет ручки для ви́л), было ошибочным. Ему не удалось сообщить, что он хочет купить. Он меняет форму сообщения: “'Andles for forks”. Получилось! На этот раз поведение Ронни К. соответствует предсказанию.

Цикл замыкается окончательно

Общение в форме диалога, лицом к лицу, не односторонний процесс, в отличие от чтения книги. Когда я веду с вами диалог, в зависимости от вашей реакции на меня меняется моя реакция на вас. Это и есть цикл общения. Но при этом не только я пытаюсь предсказать, что вы

визионных скетчей всех времен. – *Примеч. авт.*

¹⁶⁰ “Ручки для ви́л” (“fork handles”) в просторечии произносится без звука “h” и звучит точно так же, как “четыре свечи” (“four candles”). – *Примеч. перев.*

¹⁶¹ Слово “plug” имеет несколько значений (пробка, пожарный кран и др.). Ронни Б. имеет в виду электрическую вилку. – *Примеч. перев.*

скажете дальше, на основании моей модели вашей мысли. У вас в голове тоже есть модель моей мысли. Вы тоже пытаетесь предсказать, что я скажу дальше. Вы тоже готовы изменить свои слова, чтобы указать мне на то, что ваша модель моей мысли плохо работает для предсказания того, что собираюсь сказать я.

В этом состоит важное отличие общения от нашего взаимодействия с материальным миром. Окружающий нас мир совершенно безразличен к нашим попыткам его трактовать. Но когда два человека взаимодействуют в диалоге, их обмен мыслями – это их совместно дело. Поток информации при этом не бывает односторонним. Даже если моя цель состоит в том, чтобы сообщить вам какую-либо мысль, та мысль, которую вы в итоге получите, будет неизбежно доработана вами. Такая передача мыслей напоминает работу гравитационного поля. Луна вращается вокруг Земли, но присутствие Луны, в свою очередь, влияет на вращение Земли.

В тот момент, когда моя модель вашей мысли совпадает с моей собственной мыслью и у меня больше нет нужды показывать вам, что возникла проблема, можно считать, что общение прошло успешно. При этом принципиально, что в этот самый момент между вашей моделью моей мысли и вашей собственной мыслью тоже не остается отличий. Этот момент взаимного согласия завершает успешную передачу сообщения¹⁶². Строя модели внутреннего мира других людей, наш мозг решает задачу, требующую проникновения в чужое сознание. Именно эта способность строить модели чужого сознания и создала пропасть между людьми и всеми другими видами живых организмов. Если бы мы не могли строить мысленные модели окружающего мира и делиться ими, у нас бы не было ни языка, ни культуры.

Знаниями можно делиться

Наша способность создавать модели внутреннего мира других людей открывает нам совершенно новый способ изменения их поведения. В материальном мире поведение меняется под действием наград и наказаний. Мы прекращаем делать то, что вызывает у нас боль. Мы повторяем действия, которые доставляют нам удовольствие. Мы можем влиять на поведение других, используя боль и удовольствие (так дрессируют животных). Но в нашем внутреннем мире поведение меняется под действием знаний. Выходя утром из дома, я беру с собой зонтик не потому, что сейчас идет дождь, а потому, что я считаю, что дождь может пойти днем. Мы можем использовать знания и для того, чтобы менять поведение других. Представьте себе удаленный пляж в Австралии, море возле которого кишит кубомедузами. Методом проб и ошибок и ценой сильной боли вы можете научиться избегать купания в море возле этого пляжа. Но узнав об этом, вы можете установить знак: “Осторожно, кубомедузы!” Другие люди, которые придут на этот пляж, не будут там купаться. Они извлекут выгоду от опыта, которым вы можете с ними поделиться, передав им свои знания.

Передача опыта – это не только слова. Если я расскажу вам о своем опыте, в вашем мозгу произойдут изменения, которые произошли бы, если бы это был ваш собственный опыт. Мы можем продемонстрировать это, используя павловский метод формирования условного рефлекса. Один из примеров таких рефлексов связан со страхом. Всякий раз, когда мы испытываем болевое воздействие, во многих областях нашего мозга наблюдается усиление активности. В терминах Павлова болевое воздействие – это безусловный раздражитель, а усиление мозговой активности – безусловный ответ. Никакого обучения здесь нет. Болевое воздействие вызывает эти изменения в мозгу уже в самый первый раз, когда мы его испытываем. В примере с выработкой условного рефлекса, связанного со страхом, зрительный сигнал (красный квад-

¹⁶² В ходе большинства наших взаимодействий мы не осознаём всех этих процессов. Оттого ли это, что люди так предсказуемы, или оттого, что мы не осознаём всей сложности процесса понимания? – *Примеч. авт.*

рат – условный раздражитель) демонстрируется на экране перед самым болевым воздействием. После нескольких повторов демонстрации квадрата и болевого воздействия испытуемый, будь то крыса или человек, вызвавшийся участвовать в этом эксперименте, начнет реагировать на появление красного квадрата проявлениями страха. Одним из таких проявлений будет усиление активности в миндалевидном теле¹⁶³. Страх, связанный с болевым воздействием, вызывается посторонним зрительным сигналом.

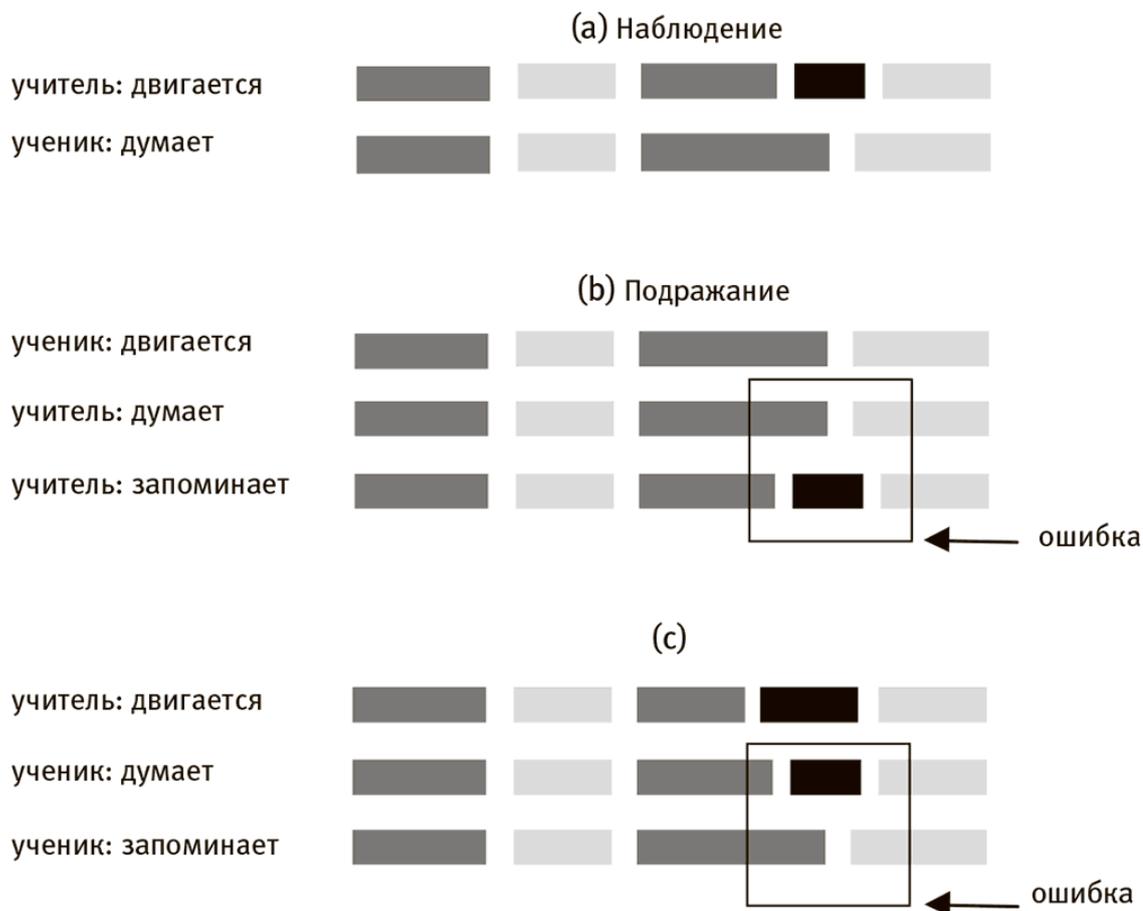


Рис. 7.4. Как можно что-то узнать о скрытых состояниях сознания другого человека?

Первый этап: Учитель совершает некоторое сложное движение, используя последовательность из пяти разных контрольных состояний. Ученик следит за этим движением и пытается отметить его контрольные состояния. Он пропускает четвертое состояние.

Второй этап: Ученик воспроизводит движение учителя, используя только четыре контрольных состояния. Учитель следит за движением ученика и отмечает его контрольные состояния. Он видит только четыре контрольных состояния. Учитель помнит, что использовал пять контрольных состояний. Он отмечает разницу между своим представлением о намерении ученика и своим собственным намерением.

Третий этап: Учитель вновь совершает движение, подчеркивая пропущенное контрольное состояние. Теперь ученик правильно отмечает все пять контрольных состояний. Он помнит, что использовал только четыре контрольных состояния. Ученик отмечает разницу между своим представлением о намерении учителя и своим собственным намерением. Когда он в следующий раз будет совершать это движение, он исправит свою ошибку.

¹⁶³ Как вы, возможно, помните, это небольшой, сложно устроенный участок мозга, расположенный в глубине передней части височной доли коры. Он играет ключевую роль в присвоении определенной ценности (приятности или неприятности) различным объектам (см. рис. 2.4). – *Примеч. авт.*

Но есть и другой способ добиться, чтобы красный квадрат вызывал страх. Этот метод работает только на людях. Я могу *сказать* новому, неопытному испытуемому, что за появлением красного квадрата последует болевое воздействие. До того, как испытуемым это сообщают, у них не наблюдается никаких проявлений страха в ответ на демонстрацию красного квадрата. Но после того как им говорят об этом, вслед за появлением красного квадрата у них сразу начинают проявляться признаки страха, в том числе усиление активности в миндалевидном теле. Мой опыт, согласно которому за красным квадратом должно последовать болевое воздействие, вызывает реакцию страха в мозгу другого человека.

Знание – сила

“Здесь есть одна ошибка, – говорит профессор английского языка. – Не думаю, что вы сами испытывали это воздействие. Вы воздействуете только на своих испытуемых, а не на самого себя. Вы просто сообщали им, что они должны будут почувствовать боль”.

Она не совсем права. Я всегда хочу знать, что чувствуют люди в ходе моих экспериментов, и провожу их все на себе самом в качестве испытуемого. Но, разумеется, она права в главном. То, что мы сообщаем другим людям, может и не быть результатом нашего личного опыта. А может даже и не соответствовать действительности.

Мы можем управлять поведением других людей, поставляя им ложные сведения. Я могу найти приятный, тихий и совершенно безопасный австралийский пляж и установить предупреждающий знак “Осторожно, кубомедузы!”. Этот знак несет ложные сведения. Но он может быть мне полезен тем, что будет отпугивать других посетителей.

Мы понимаем, что поведением людей управляют убеждения, даже если эти убеждения ложны. И мы быстро узнаём, что можем управлять поведением людей, поставляя им ложные сведения. Это темная сторона нашего общения.

Без осознания того, что поведением могут управлять убеждения, даже если эти убеждения ложны, умышленный обман и ложь были бы невозможны. У некоторых людей, страдающих аутизмом, это осознание, по-видимому, отсутствует, и такие люди неспособны к обману. На первый взгляд неспособность человека лгать может показаться милым, приятным свойством. Но это лишь одна из сторон более глубокой неспособности к нормальному общению, из-за которой люди, страдающие аутизмом, кажутся грубыми и с ними трудно иметь дело. По той же причине они часто одиноки и не имеют друзей. Дружеские отношения на деле поддерживаются за счет множества небольших обманов и уклончивых ответов, которые позволяют нам иногда скрывать свои истинные чувства.

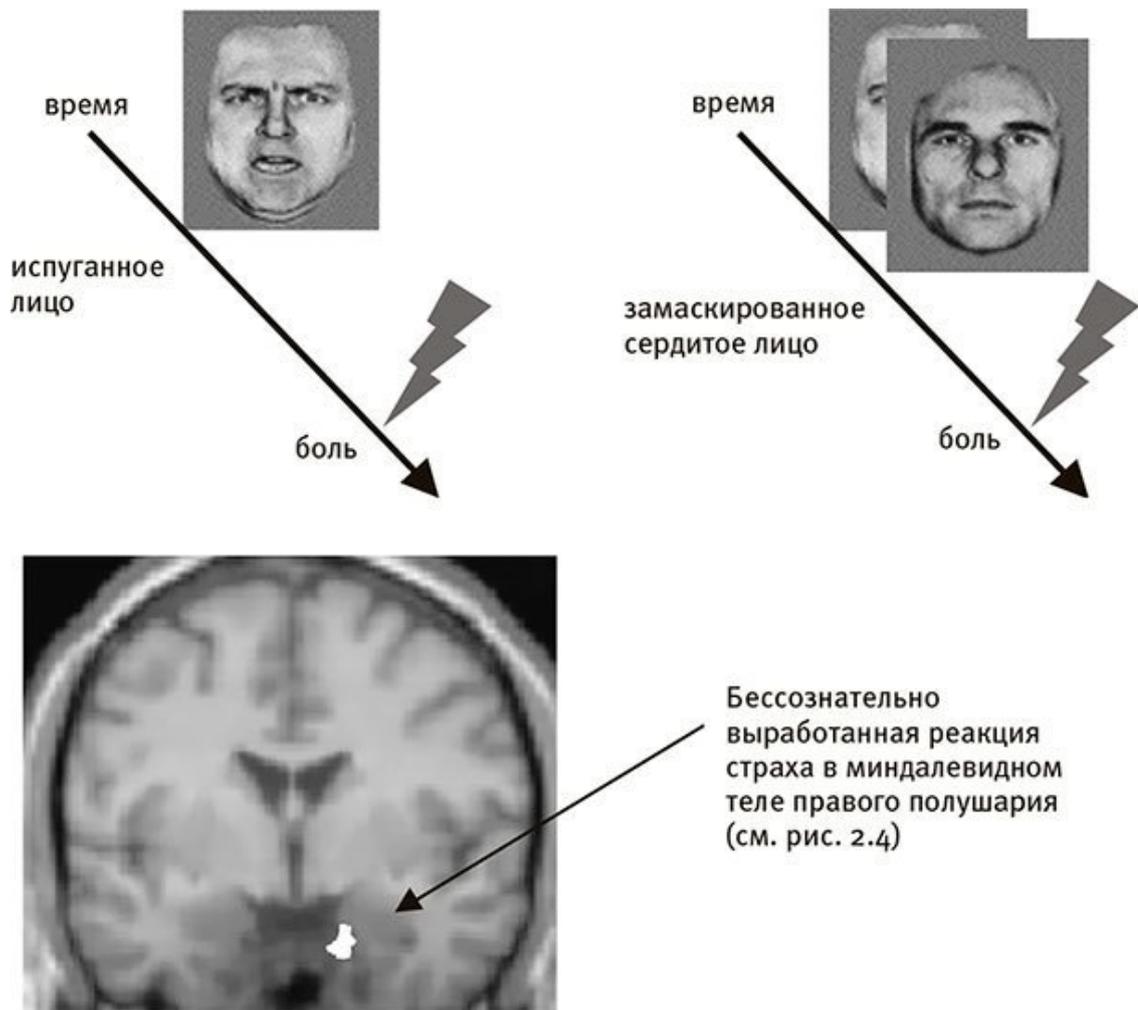


Рис. 7.5. Бессознательная выработка условного рефлекса, связанного со страхом

Если за появлением изображения лица будет неоднократно следовать болевое воздействие, испытуемый начнет демонстрировать проявления страха в ответ на появление этого изображения (условная реакция). Это происходит даже в тех случаях, когда испытуемый не осознаёт, что видел это лицо, потому что оно было замаскировано.

Другую крайность, обратную аутизму, представляют формы параноидной шизофрении, при которых человек осознаёт намерения, не существующие для остальных людей. Для человека, страдающего паранойей, любое сообщение может быть обманом или скрытым посланием, которое требует интерпретации. Проявления враждебности могут быть истолкованы как доброжелательные. Проявления доброжелательности могут быть истолкованы как враждебные. Один из таких людей слышал голоса, которые говорили: “Покончи с собой” и “Он дурак”. Он описывал их как голоса двух добрых духов, которые хотят, чтобы он перешел в лучший мир. Другой слышал голоса, которые говорили: “Будь осторожнее” и “Больше старайся”. Это были “могущественные ведьмы, которые раньше жили со мной по соседству <...> и теперь наказывали меня”.

Это неадекватное осознание намерений и чувств других людей может быть столь сильным, что поглощает все мысли больного.

Походка идущего по улице человека могла быть “знаком” для меня, который я должна была интерпретировать. Каждое лицо в окнах проезжающего мимо трамвая запечатлялось в моем сознании, и все они были сосредоточены на мне и пытались передать мне какое-то послание.

<...> Значение реальных или воображаемых чувств людей причиняло мне много страданий. Чувство, что незнакомый человек, проходящий мимо вас по улице, знает самые сокровенные уголки вашей души, лишает покоя. Я была уверена, что девушка, работавшая в кабинете справа от меня, ревновала ко мне. Я чувствовала, что девушка, работавшая в кабинете слева от меня, хотела дружить со мной, но я вгоняла ее в депрессию. <...> Сила, с которой я испытывала [эти ощущения], заставляла воздух искриться, когда эти машинистки заходили в мой кабинет. Работать в такой ситуации было очень трудно, просто невыносимо. Я все больше и больше отдалялась от дел.

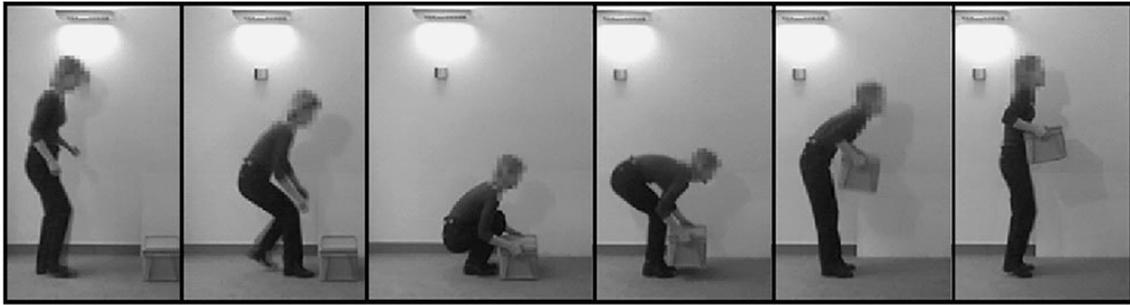
Человек в таком состоянии временно теряет способность взаимодействовать с сознаниями других людей. Эти отчетливые ощущения, связанные с мыслями и чувствами других, больше не соотносятся с реальностью. Как и люди, страдающие аутизмом, параноики обычно очень одиноки.

Истина

В очень далеком прошлом наши предки тоже были одиноки. Они создавали модели материального мира, но не могли делиться этими моделями друг с другом. В то время истина не имела значения для таких моделей. Не имело значения, верно ли эти модели отражали материальный мир. Важно было только то, что эти модели работали, позволяя предсказывать, что случится дальше. Но научившись делиться своими моделями материального мира, мы обнаружили, что модели других людей в некоторой степени отличаются от наших собственных. Среди других людей есть эксперты, у которых имеются определенно лучшие модели некоторых аспектов окружающего мира. Составляя вместе такие модели, полученные многими людьми, мы можем построить новую модель, которая будет лучше, чем любая из моделей, полученных каждым человеком в отдельности. При этом наши знания о мире больше не ограничиваются опытом одной жизни – они передаются из поколения в поколение.

Можно ли также делиться и ложными моделями? Поврежденный мозг может создавать ложные модели материального мира или внутреннего мира других людей. Он может производить видения или голоса, звучащие, когда на деле никто ничего не говорит. Но ложными моделями материального мира не так уж просто делиться. Вы не будете слышать голосов, создаваемых моим мозгом. Если у меня возникает странное ощущение, я могу проверить его, поделившись им с другими: “Вы тоже слышите странный звон или это у меня звенит в ушах?”

Ложные модели внутреннего мира других людей проверить не так-то просто. И иногда человек может успешно делиться этими ложными моделями с другими. В случаях двойного психоза два человека разделяют одни и те же бредовые идеи, а иногда подобный психоз объединяет и большее число людей.

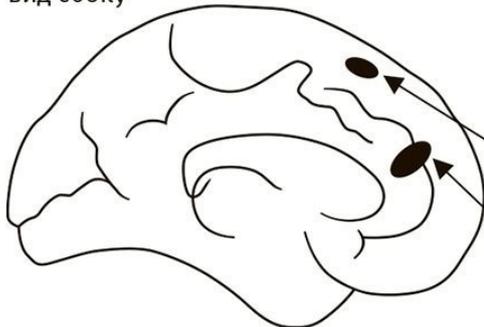


Немало экспериментов было поставлено для изучения областей мозга, ответственных за “чтение мыслей”. В некоторых из них испытуемые ложились в томограф и читали рассказы о людях, имеющих ложные убеждения, или смотрели мультфильмы, персонажей которых дразнят или обманывают. Эти задания неизменно вызывают активацию двух участков мозга: задней части височной верхней борозды и средней части префронтальной коры. Но мы очень плохо представляем себе, что именно делают эти участки.

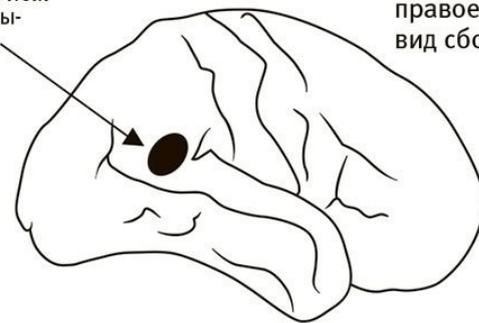
Жюли Грез разработала простой и замечательный метод для изучения чтения мыслей. Она делала видеозаписи людей, поднимающих коробки разного веса. Испытуемому, смотрящему эти записи, совсем несложно разобраться, насколько тяжела поднимаемая коробка. Это можно понять по характеру движений поднимающего коробку человека. Никакого чтения мыслей для этого не требуется. В некоторых случаях людям, действия которых были записаны на видео, говорили, что коробка тяжелая, хотя на самом деле она была легкой. Эта задача уже сложнее, но по движениям человека на видео тоже можно сказать, что у него были *ложные представления* о весе коробки. Он быстрее поднимает коробку, если она легче, чем ожидалось, и при этом корректирует свою позу. В этом случае испытуемый (зритель), использует движения другого человека для чтения его мыслей — чтобы понять, каковы были его первоначальные представления о весе коробки. В других случаях людей, действия которых были записаны на видео, просили *сделать вид*, что коробка тяжелая, хотя на самом деле она была легкой. В этих случаях они должны были использовать свои движения, чтобы сообщить что-то человеку, который будет смотреть видеозапись. Они пытались сделать так, чтобы испытуемый (зритель) подумал, что коробка тяжелее, чем она есть на самом деле. Это тоже непростая задача, но, поскольку люди, которых наняла Жюли Грез для съемок в этих записях, были нейробиологами, а не актерами-мимами, по их движениям можно было сказать, что они пытаются обмануть зрителя. При этом происходит подлинное взаимодействие сознаний. Испытуемый пытается прочесть мысли человека, который, в свою очередь, пытается дать ему ложное представление о наблюдаемом.

Во время просмотра этих записей мозг испытуемых сканировали и просили их попытаться отметить случаи, когда человек, показанный на видео, имел ложное представление о весе коробки и когда он пытался обмануть зрителя, сделав вид, что коробка тяжелая. Задняя часть височной верхней борозды сильнее активировалась, когда испытуемые видели необычные движения при поднятии коробки более легкой, чем ожидалось, и когда испытуемых пытались обмануть. Возможно, что эта область мозга задействована в том тонком анализе движений, который помогает нам разобраться в намерениях других людей.

левое полушарие,
вид сбоку



правое полушарие,
вид сбоку



Активность усиливалась в средней части префронтальной коры, когда зрители думали, что человек на видео был обманут или сам пытался обмануть. Но при этом усиление активности наблюдалось в разных местах.

Когда испытуемый считал, что человек на видео совершает *непреднамеренные* движения, активность наблюдалась ближе к темени.

Когда же испытуемый считал, что человек на видео *намеренно обманывает*, активность наблюдалась ближе ко лбу.

Рис. 7.6. Участки нашего мозга, ответственные за “чтение” скрытых намерений

Сорокатрехлетняя писательница и домохозяйка попала в больницу в состоянии крайнего возбуждения. История ее болезни выявила состояние бреда, продолжавшееся десять лет и связанное с заговором в литературном мире. Ее муж и трое взрослых детей разделяли эти представления. Ее основной диагноз был “параноидное состояние с шизоморфным психозом”.

Лекарственная терапия вызвала у пациентки быстрое улучшение. Ее дети и муж после двух визитов в больницу согласились с тем, что по ошибке поверили в плоды “слишком бурного воображения” пациентки.

Пока эти ложные модели литературного мира обсуждались в пределах семьи, ее “нормальные” члены верили, что это правда. Но когда они обсудили эти представления с посторонними людьми, ложность этих моделей сразу стала очевидна.

Но когда более многочисленные группы людей разделяют ложные убеждения, докопаться до истины становится намного сложнее. Что-то подобное, по-видимому, произошло в трагической истории массового самоубийства в Джонстауне.

18 ноября 1978 года на участке вырубленного леса в джунглях Гайаны преподобный Джим Джонс приказал 911 членам своей паствы покончить с собой, выпив препарат цианида, и они это сделали.

Джим Джонс был харизматичным лидером религиозного культа. Почти точно, что он страдал психозом. У него случались загадочные обмороки, он внимал советам инопланетян, практиковал лечение силой веры и испытывал видения грядущей ядерной катастрофы. Он увел своих последователей в удаленный район джунглей Гайаны, где они создали общину, изолированную от остального человеческого общества. Эта община жила в постоянном страхе перед неким безымянным врагом и разрушителем. Этот враг должен был нагрянуть на их общину и безжалостно убить их всех. Массовое самоубийство произошло после визита американского конгрессмена, который приехал проверить справедливость утверждений, что людей держат в общине против их воли.

После этого массового самоубийства была обнаружена магнитофонная лента, на которой, как считается, записана последняя речь Джима Джонса. Вот фрагмент этой речи.

Джонс: Все кончено. Конгрессмен убит. Ну вот, все кончено, кончено. Какое наследие, какое наследие! В конце концов, разве хоть что-то из того, что делает “Красная бригада”, когда-то имело смысл? Они вторглись в нашу частную жизнь. Они пришли в наш дом. Они пришли за нами за шесть тысяч миль. “Красная бригада” поступила с ними справедливо. Конгрессмен мертв.

Пожалуйста, дайте нам лекарство. Это просто. Это просто. Оно не вызывает конвульсий. Это совсем просто. Но, пожалуйста, примите его. Пока не поздно. Гайанские войска идут сюда, говорю вам. Давайте, давайте, давайте.

Женщина: Сейчас же! Сделайте это сейчас же!

Джонс: Не бойтесь умереть. Вы увидите, здесь высадутся несколько человек. Они будут истязать кого-то из наших детей. Они будут истязать наших людей. Они будут истязать наших стариков. Мы не можем этого допустить.

Способность нашего мозга передавать мысли другим может не только приносить пользу, но и приводить к ужасным последствиям. Все мы знаем, как легко, хотя бы на время, поддаваться влиянию ложных представлений¹⁶⁴. Валюта нашего сознания состоит из представлений, создаваемых нашим мозгом. Но я не теряю оптимизма. Целые сообщества людей редко принимают ложные представления так искренне, как жители Джонстауна. А ценность наших представлений не так условна, как ценность денег. Наши представления – это модели реального мира,

¹⁶⁴ Шанс выиграть в Британскую национальную лотерею примерно один на 14 миллионов, то есть намного меньше, чем риск умереть, не дожив до розыгрыша этой недели. За какое время до розыгрыша нужно было бы покупать билет, чтобы шанс выиграть был больше, чем риск умереть, не дожив до розыгрыша? По-видимому, около трех с половиной минут (такой ответ приведен в романе Джона Ланчестера “Мистер Филлипп”). И всё же многие из нас считают, что лотерейные билеты стоит покупать. – *Примеч. авт.*

который и служит золотым стандартом для этих моделей. Рано или поздно ложные представления всегда можно отвергнуть, потому что они дают плохие предсказания.

Я считаю, что истина существует. Пока у нас есть возможность убеждаться, что одна модель материального мира работает лучше, чем другая, мы можем стремиться создавать ряд все более и более удачных моделей. В конце этого ряда, хотя он и бесконечен в математическом смысле, находится истина – истина того, как в действительности устроен мир. Достижение этой истины и есть задача науки. Наука движется вперед, создавая модели окружающего мира, делая предсказания на основе этих моделей и используя ошибки в этих предсказаниях для создания новых, лучших моделей. Теперь наука открывает нам, что наш мозг использует те же принципы в своем познании окружающего мира. Мы также начинаем понимать, каким образом наш мозг создает модели внутреннего мира других людей. Наша способность делиться этими моделями и делает возможным научный поиск истины.

“Можно было догадаться, – говорит профессор английского языка, – что вы все сведете к тому, что наука – это вершина человеческих достижений”.

Это верно. Я люблю науку. Но есть и другие вершины.

Есть нечто еще более поразительное, чем наша способность делиться своими моделями мира и создавать составные, лучшие модели. Это способность некоторых выдающихся личностей передавать нам свой опыт, преодолевая время. Передавать нам свой опыт, несмотря на то что у нас нет никакой возможности встретиться с ними лично, замыкая цикл общения.

Даже если нам никогда не узнать “правильного” перевода стихотворения Ли Шан-иня об узорчатой лютне, мы можем почувствовать его тоску по утраченной или невозможной любви.

Даже если мы никогда не попадали в бурю на море, мы можем получить представление об этом опыте, посмотрев на картину Уильяма Тернера “Снежная буря – пароход выходит из гавани, подавая сигналы на мелководье и измеряя глубину лотом” (см. рис. 7 на цветной вставке). Чтобы написать эту картину, Тернер “упросил матросов привязать меня к мачте, чтобы наблюдать за происходящим; я оставался привязанным в течение четырех часов и не надеялся уцелеть, но чувствовал, что обязан запечатлеть это, если уцелею”. Тернер не сомневался, что сможет изобразить свой опыт на картине и разделить его с нами.

“Вам никогда не проникнуть в мое сознание”, – говорит профессор английского языка.

“Я уже сделал это”, – отвечаю я.

“Мечтать не вредно”, – говорит она.

Наш мозг, создавая модели сознаний других людей (точно так же, как он создает модели материального мира), открывает нам дорогу в наш общий внутренний мир. Делясь своим внутренним миром с другими, мы также можем учиться на их опыте и брать на вооружение их модели, которые лучше наших. Эти процессы ведут нас к истине и прогрессу, но они же ведут к обманам и массовым заблуждениям.

Эпилог: Я и мой мозг

Мы встроены во внутренний мир других людей точно так же, как мы встроены в окружающий материальный мир. Все, что мы делаем и думаем в настоящий момент, во многом определяется людьми, с которыми мы взаимодействуем. Но мы воспринимаем самих себя иначе. Мы воспринимаем себя как деятелей, обладающих независимым сознанием. В этом и состоит последняя иллюзия, создаваемая нашим мозгом.

Крис Фрит и я

Когда я только начал писать эту книгу, я еще не знал, что во время моего путешествия по исследованиям мозга меня будут сопровождать спутники. Они встретились мне на той университетской вечеринке в прологе и оставались со мной на протяжении всех остальных глав. Теперь их больше нет. Моя книга подошла к концу, и профессор английского языка вместе с профессором физики, с их разными представлениями о науке, ушли обратно в небытие. Сами они и их внутренний мир не существуют за пределами страниц этой книги, как не существует и рассказчика, чье отношение к профессору английского языка так сильно изменилось по ходу путешествия. Вопрос «А что дальше?» неуместен. Для них всех дальше нет ничего.

Но «я», от имени которого ведется рассказ в этой книге и который затем исчезает на ее последней странице, ничем не отличается от другого «я», Криса Фрита, который пробуждается из небытия каждое утро около семи часов и вновь исчезает каждую ночь. Я не уверен, кто из нас пишет эти последние страницы, но в любом случае это «я» создано моим мозгом.

На протяжении всей книги я следовал правилу проводить грань между мной и моим мозгом. Когда восприятие объектов и совершение действий происходит без моего ведома, я говорю, что это делает мой мозг. Но об осознанных ощущениях и сознательных действиях и решениях я говорю, что это делаю я. Однако я не дуалист. Это «я», совершающее преднамеренные действия, тоже создано моим мозгом.

В поисках воли у нас в мозгу

А есть ли в моем мозгу участок, который соответствует этому “я”? Это должен быть участок, который решает, что делать, а затем говорит остальному мозгу, как это делать. Если такое место в моем мозгу есть¹⁶⁵, оно должно быть источником управляющих сигналов, которые могут, наряду с рядом других вещей, вызывать активацию области мозга, связанной с восприятием лиц, чтобы я мог представить себе, что вижу чье-то лицо, когда на самом деле никакого лица передо мной нет.

Самый первый эксперимент, который я провел, когда у меня появилась возможность исследовать работу мозга с помощью томографа, был попыткой найти в мозгу место, где сосредоточена воля. Этот эксперимент необходимо было сделать очень простым, потому что весь бюджет наших исследований был уже потрачен на покупку томографа. В большинстве наших экспериментов испытуемые просто делают то, что им говорят – например, “Поднимайте палец каждый раз, когда к нему прикоснутся”. Мы называем такие действия *вызываемыми раздражителем* (stimulus-driven). Раздражитель (прикосновение) активирует систему осязания. Система связи преобразует осязательный сигнал в сигнал к действию (поднятию пальца, к которому прикоснулись). Наконец, двигательная система совершает это действие. Томограф позволяет нам отслеживать, какие участки мозга задействованы в распознавании раздражителя и осуществлении реакции.



Когда испытуемые должны сами решать, что им делать, у них наблюдается усиление активности в дорсолатеральной части префронтальной коры.

Рис. э.1. Не здесь ли сосредоточена свобода воли?

Но в этом эксперименте мне хотелось, чтобы испытуемые действовали по собственной воле. Они должны были сами решать, что делать, а не выполнять указания экспериментатора. Мы называем такие действия *волевыми* (willed). В то же время реакции испытуемых должны были ограничиваться строгими рамками упорядоченного эксперимента. Поэтому указание для испытуемых в этом эксперименте с волевыми действиями было следующим: “Когда к вашему

¹⁶⁵ Семир Зеки, специалист по анатомии мозга, обратил мое внимание на то, что у нас в мозгу не может быть участка, всецело задействованного в управлении другими участками. Он объяснил это тем, что у нас в мозгу нет участка, который посылал бы только исходящие сигналы и не получал никаких входящих. – *Примеч. авт.*

пальцу прикоснутся, поднимайте любой палец, какой хотите”¹⁶⁶. Для выполнения этого задания мозг должен выполнить одну дополнительную операцию. Для этого недостаточно активировать систему осязания, систему связи и двигательную систему. Теперь, помимо этого, какая-то часть мозга должна решить, какой именно палец поднять. Замысел этого простого эксперимента состоял в следующем. Если сравнить мозговую активность при волевых действиях с активностью при действиях, зависимых от раздражителя, можно будет найти участки мозга, в которых и совершается свободный выбор. Удивительно, но этот эксперимент действительно выявил участок мозга (дорсолатеральную часть префронтальной коры), которая была активнее, когда испытуемым приходилось самим выбирать свою реакцию, а не просто следовать полученным указаниям.

Так значит, здесь и сосредоточена наша свободная воля? Результаты многих других экспериментов указывают на то, что этот участок лобных долей нашего мозга действительно важен для выбора, что мы будем делать. Люди, перенесшие травмы лобных долей, нередко становятся апатичными и не делают почти ничего или совсем ничего. Или же они становятся импульсивными и поддаются всякому искушению. В обоих случаях у них есть одна принципиальная проблема. Они больше не могут сами выбирать, какие действия им совершать. Они или ничего не делают, или реагируют на всякий встречаемый раздражитель.

Но в моем эксперименте есть одно несколько парадоксальное обстоятельство. Я даю лежащим в моем томографе испытуемым указание проявлять свободу воли. Испытуемый не имеет иного выбора, кроме как реагировать свободно выбранным способом. Какая же это свобода?

¹⁶⁶ В этом эксперименте были задействованы только указательный и средний пальцы правой руки. – *Примеч. авт.*

Где источник всего управления?

В третьей главе мы познакомились с экспериментом Бенджамина Либета, в котором испытуемые должны были поднимать палец всякий раз, когда у них возникает желание это сделать. В этом случае испытуемые решали, *когда* поднять палец, а не *какой* палец поднять, и выбор времени совершения этого действия оставался свободным. Но здесь мы вновь сталкиваемся с парадоксом *указания* вести себя свободно. Эта свобода отчасти иллюзорна. Экспериментатор не говорит этого, но допустимые действия испытуемых ограничены определенными рамками. Каждый из испытуемых интуитивно знал, что доктор Либет не будет доволен, если, скажем, за полчаса испытуемый ни разу не поднимет палец, “потому что желание так и не возникло”¹⁶⁷. Так что же следует из указания “поднимать палец всегда, когда возникает желание это сделать”? Чтобы выполнить то, что от них на самом деле хотел доктор Либет, испытуемые должны были сильно ограничить свою свободу выбора. Они должны были сами дать себе указание действовать примерно так: “Я буду поднимать палец каждый раз через разные промежутки времени (хотя и не слишком разные), чтобы экспериментатор не мог легко предсказать, когда я в следующий раз это сделаю”¹⁶⁸. На самом деле испытуемые не выбирали своих действий свободно. Они играли с экспериментатором в сложную игру.

Так откуда же поступает управляющий сигнал, который и определяет выбор испытуемых в этих экспериментах с волевыми действиями? Поступает ли он из лобных долей коры, где сосредоточена наша воля? Или он скрыто поступает от экспериментатора через ограничения, накладываемые на испытуемого?

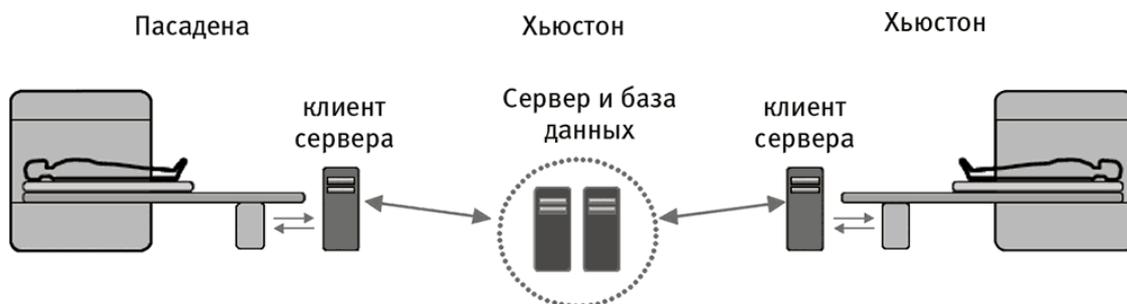


Рис. э.2. Эксперимент с мозгом двух разных людей

Если мы хотим узнать нервную основу социальных взаимодействий, нам нужно исследовать активность в мозгу двух человек во время взаимодействия между ними. Рид Монтегю и его коллеги связали между собой два томографа в Пасадене и в Хьюстоне и исследовали мозговую активность двух испытуемых, которые тем временем играли в экономическую игру на доверие.

Все это зависит от нашей точки зрения. Если мы рассмотрим человека и его мозг отдельно от окружающего мира, то главным источником управления будут лобные доли коры. Но человека и мозг редко можно встретить отдельно от окружающего мира. Такое состояние для них вредно. Наш мозг тонко настроен на взаимодействия с другими людьми. Такие поня-

¹⁶⁷ Утверждают, что Карлхайнц Штокхаузен написал одно произведение для оркестра, в котором всем музыкантам предписывалось “делать все что угодно” на протяжении двух тактов. Во время первой репетиции композитор прервал исполнение в этом месте и сказал: “Это совсем не то, что я имел в виду!” – *Примеч. авт.*

¹⁶⁸ В одном из серии своих экспериментов с волевыми действиями моя коллега Марджан Джаханшахи давала подобные указания открыто: “Поднимайте палец каждые 2–7 секунд” – и наблюдала усиление активности в тех же самых областях мозга, что и в экспериментах, участники которых должны были выбирать время своих действий “самостоятельно”. – *Примеч. авт.*

тия, как воля, ответственность и даже смысл, зависят от этих взаимодействий. Каждый из нас предсказывает, что скажет другой, и корректирует свои предсказания до тех пор, пока оба не придут к согласию. В результате тот смысл, на котором оба сойдутся в итоге, будет зависеть от обоих, а значит, может немного отличаться в зависимости от того, с кем мы разговариваем. Смысл рождается из взаимодействия сознаний.

Если мы хотим понять нервную основу этих взаимодействий, нам нельзя исследовать один отдельно взятый мозг. Нужно исследовать два мозга в процессе их взаимодействия. Работа в этом направлении еще только начинается. Пока что мы даже не знаем, как сопоставлять показатели измерений, полученные для мозга двух разных людей.

Гомункулус

Рассуждая о работе нашего мозга, мы нередко невольно представляем себе еще один мозг меньшего размера внутри того мозга, в котором мы пытаемся разобраться. В моем эксперименте с волевыми действиями я предполагал, что особая часть нашего мозга – префронтальная кора – задействована в осуществлении свободного выбора. Не я делал этот выбор, а эта часть моего мозга делала выбор за меня. Но ведь это всего лишь маленький “я”, находящийся в глубине моего мозга и осуществляющий свободный выбор. Этого маленького “меня” нередко называют гомункулусом. А есть ли внутри этого “меня” участок еще меньшего размера, еще более глубокий “я”, который на самом деле совершает этот выбор?

Психологам пришлось немало размышлять, пытаясь избавиться от этого гомункулуса в глубине нашего мозга. По-видимому, решения принимает не какой-то отдельный участок мозга, а целая система участков, накладывающих те или иные ограничения, которые и определяют наш окончательный выбор. Эти ограничения поступают от многих источников: от нашего тела (есть действия, которые мы физически не можем осуществить), от наших эмоций (есть действия, о которых мы можем впоследствии пожалеть), а главное – от нашей социальной среды (есть вещи, которых никак нельзя делать в присутствии профессора английского языка).

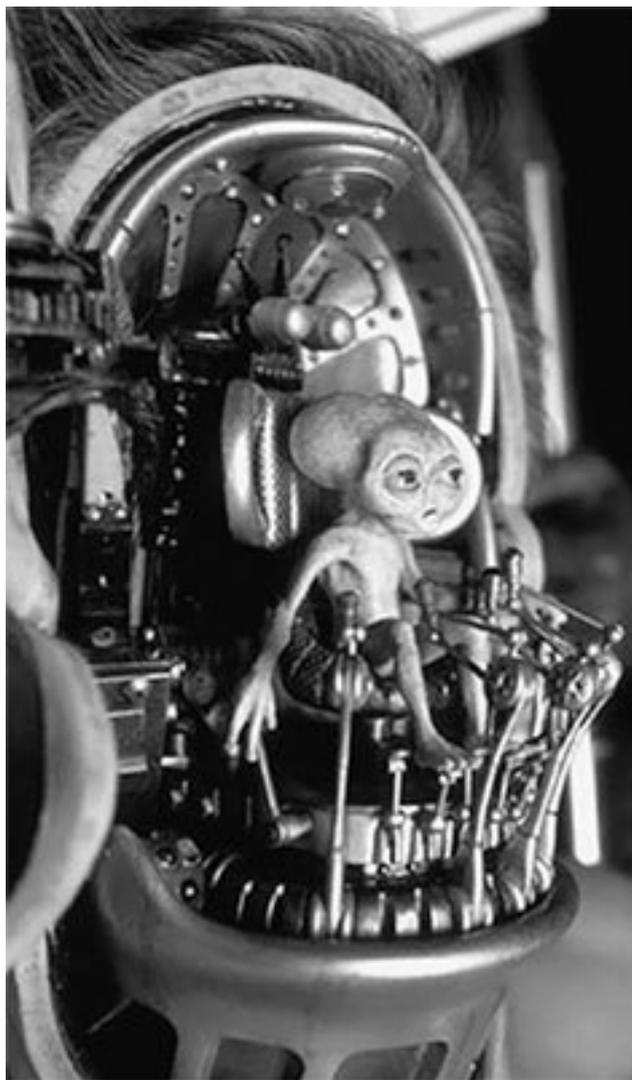


Рис. э.3. Гомункулус

Маленький инопланетянин в голове Розенберга из фильма “Люди в черном”.

Но мы едва осознаём все эти ограничения. Нам кажется, что мы полностью контролируем свои действия. Именно поэтому нам так сложно избавиться от этой идеи гомункулуса. Над всем нашим опытом довлеет ощущение, что всё у нас под контролем. Существует материальный мир, в котором мы действуем, и в этом материальном мире есть другие деятели, похожие на нас, которые тоже сами себя контролируют.

Это последняя иллюзия нашего мозга: он скрывает все наши связи с материальным миром и социальной средой и создает у нас ощущение собственного независимого “я”.

Эта книга не столько о сознании, сколько о мозге

Когда я писал эту книгу, друзья спрашивали меня, о чем она, и я говорил им, что она будет не о сознании. Лет после пятидесяти многим нейробиологам начинает казаться, что они накопили достаточно мудрости и опыта, чтобы взяться за решение проблемы сознания¹⁶⁹. Будучи нейробиологами, они стремятся выявить происходящие в нервной системе процессы, связанные с сознанием, и показать, как из активности нашего материального мозга может возникнуть субъективный опыт. Было предложено много решений этой проблемы, но ни одно из них не оказалось вполне удовлетворительным. Я знал, что у меня не выйдет ничего лучшего. Поэтому эта книга не столько о сознании, сколько о мозге.

Вместо того чтобы писать о сознании, я уделил особое внимание тому, как много известно нашему мозгу без нашего ведома. Он заставляет нас бояться вещей, которые мы видим, сами того не осознавая, и может управлять сложными движениями конечностей, о которых мы и не подозреваем. Кажется, что для сознания остается очень мало дела. Поэтому, вместо того чтобы задаваться вопросом, как субъективный опыт может возникнуть из активности нейронов, я хочу задать вопрос: «Зачем нужно сознание?» Или, точнее, «Почему наш мозг заставляет нас ощущать себя свободными деятелями?» Можно предположить, что мы получаем некоторые преимущества за счет восприятия себя как свободных деятелей. Так что вопрос в том, в чем состоят эти преимущества. Мой ответ на этот вопрос основан пока на чисто умозрительных построениях.

¹⁶⁹ Независимо от того, проводили ли они сами какие-либо эксперименты по этой теме. – *Примеч. авт.*

Почему люди такие милые (пока с ними поступают по-честному)

По сравнению с другими животными люди делают много странных вещей. Мы разговариваем. Мы пользуемся орудиями труда¹⁷⁰. Нам иногда свойственно альтруистическое поведение¹⁷¹. И, что самое странное, наше альтруистическое поведение иногда проявляется даже по отношению к посторонним¹⁷². Экономисты изучают это поведение на примере несложных игр с деньгами. Одна из таких игр называется “Диктатор”: один из игроков получает 100 долларов и может выдать из них сколько захочет другому игроку, которого он не знает и никогда больше не увидит. Ничто не может помешать первому игроку (“диктатору”) оставить все эти деньги себе. Но обычно первый игрок выдает второму примерно 30 долларов. Почему? Есть и еще одна очень похожая игра, которая называется “Ультиматум”. В ней первый игрок тоже получает 100 долларов и может выдать часть из них другому игроку. Но здесь от второго игрока зависит исход этого дела. Если он отвергнет предложенные деньги, то денег не получит ни один из игроков. В этом случае игроки тоже не знают друг друга и никогда больше не встретятся. Если второй игрок отвергнет предложенные деньги, он вообще ничего не получит. Но, несмотря на это, второй игрок обычно отвергает предложенные деньги, если их меньше, чем примерно 30 долларов. Почему?

Одно из объяснений состоит в том, что у нас всех есть сильное чувство справедливости. Нам кажется несправедливым не предложить другому игроку денег, но наша собственная выгода требует, чтобы мы оставили себе немногим больше половины. Точно так же нам кажется несправедливым (нечестным), если мы получаем намного меньше половины. Поэтому в таких случаях в игре “Ультиматум” мы наказываем другого игрока, отвергая его предложение, несмотря на то что сами оказываемся в убытке. По сути, мы платим деньги за то, чтобы наказать его. Это явление называют альтруистическим наказанием.

Какие преимущества дает нам обладание этим чувством справедливости и готовность наказывать тех, кто поступает нечестно? Эрнст Фер исследовал более сложные экономические игры – разновидности игры “Общее благо”, в которой участвует много игроков. Если все они готовы сотрудничать и вносят собственные деньги в общий фонд, то каждый оказывается в выигрыше. Но всегда находятся несколько человек, которые поступают нечестно. Это так называемые “безбилетники” – игроки, которые понимают, что могут нажиться на честном поведении других людей, не внося при этом собственных денег. Если в группе появляются безбилетники, игроки постепенно перестают сотрудничать. Даже самый щедрый игрок не понимает, зачем он должен поддерживать кого-то, кто ничего не вносит в общий фонд. В результате в конце игры у группы оказывается меньше денег, чем дало бы ей всеобщее сотрудничество.

Вот где истоки альтруистического наказания. Эрнст Фер и Симон Гехтер разрешили игрокам наказывать безбилетников. Это было альтруистическое наказание, поскольку за наказание другого игрока нужно было платить один доллар, но наказываемый при этом терял

¹⁷⁰ Некоторые животные тоже пользуются орудиями труда, хотя и далеко не так часто, как люди, и разнообразие этих орудий невелико. – *Примеч. перев.*

¹⁷¹ Альтруистическое поведение, в том числе по отношению к посторонним, тоже встречается и среди других животных. Но это неудивительно, учитывая, что социальные механизмы, подобные описанным ниже, могут работать не только у людей, но и у других животных. – *Примеч. перев.*

¹⁷² Объяснение истоков альтруизма – одна из важнейших проблем эволюционной биологии. Естественный отбор заставляет нас ожидать, что животные будут вести себя так, чтобы увеличить *собственные* шансы, а не шансы кого-нибудь другого на выживание и размножение. Объяснение истоков альтруизма через групповой отбор было важным достижением биологии XX века. Если мы будем заботиться о своих родственниках, наши гены могут сохраниться, даже если мы сами погибнем. Холдейн сформулировал это так: “Я готов отдать жизнь за двух родных братьев или восемь двоюродных”. Но зачем помогать посторонним? – *Примеч. авт.*

три доллара. В случаях, когда возможно такое наказание безбилетников¹⁷³, сотрудничество в группе постепенно возрастает, и все оказываются в выигрыше.

Но когда мы наказываем безбилетников, мы не пытаемся намеренно усилить сотрудничество и не думаем о выигрыше группы в долгосрочной перспективе. Мы сразу получаем удовлетворение от наказания людей, которые вели себя нечестно. Мы нисколько не сопереживаем страданиям этих нежелательных игроков. Мы научились относиться к ним плохо. Наш мозг устроен так, что мы даже получаем удовольствие от наказания безбилетников.

¹⁷³ Возможность наказания ведет к новому затруднению – появлению “безбилетников второго порядка”. Это игроки, которые полагаются на то, что безбилетников накажут другие, а сами никого не наказывают. – *Примеч. авт.*

Даже иллюзиям свойственна ответственность

Но какое отношение все это имеет к гомункулусу у нас в мозгу и к нашему ощущению себя как свободных деятелей? Одно из важных следствий нашего чувства свободной деятельности состоит в том, что мы видим в других людях таких же свободных деятелей, как мы сами. И мы считаем, что свободные деятели ответственны за свои поступки. Уже к трехлетнему возрасту дети проводят четкую грань между преднамеренными действиями и непреднамеренными, случайными событиями.

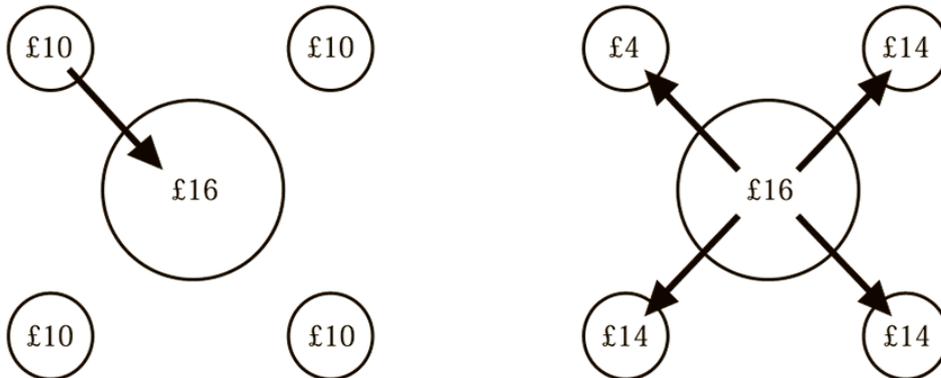
Когда люди делают что-то непреднамеренно, мы не считаем, что они ведут себя плохо. Когда людей заставляют делать что-то против их воли, мы тоже не считаем, что они поступают нечестно. Только преднамеренно совершенные, свободно выбранные поступки могут быть нечестными. Безбилетники не просто поступают нечестно. Они поступают нечестно преднамеренно. И только тех, кто преднамеренно поступает плохо, нам хочется наказать.

Таня Зингер показала, как быстро мы начинаем плохо относиться к людям, с которыми никогда раньше не встречались, если они ведут себя нечестно. После всего четырех взаимодействий, в которых незнакомый человек повел себя нечестно, мы начинаем эмоционально реагировать на один только вид его лица. Но мы не начинаем относиться к таким людям плохо, если нам говорят, что они просто следовали полученным указаниям¹⁷⁴.

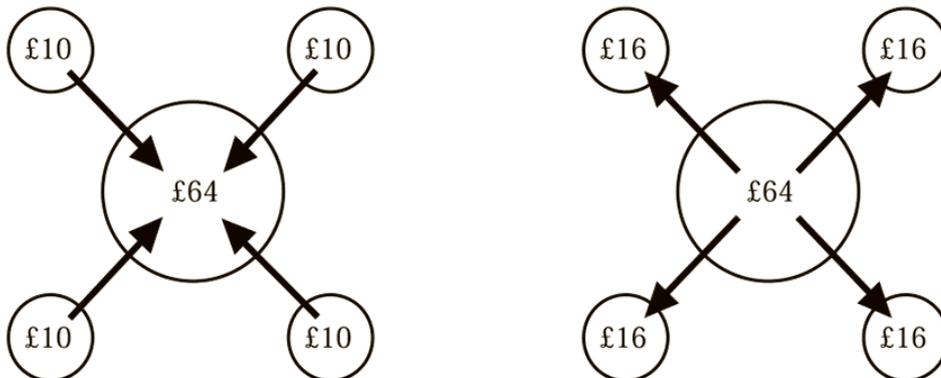
Между нашим восприятием себя как свободных деятелей и нашей готовностью вести себя альтруистично, радуясь, когда мы сами поступаем честно, и огорчаясь, когда другие поступают нечестно, есть глубокая связь. Для возникновения этих чувств принципиально, чтобы мы воспринимали себя и других как свободных деятелей. Мы уверены, что мы все способны к осознанному выбору. На этом и держится наша готовность сотрудничать с другими. Эта последняя иллюзия, создаваемая нашим мозгом – что мы существуем отдельно от социальной среды и являемся свободными деятелями, – позволяет нам вместе создавать общество и культуру, которые настолько больше, чем каждый из нас в отдельности.

¹⁷⁴ Ирония этой ситуации состоит в том, что в этих разнообразных экспериментах нечестные игроки, если они вообще были, на самом деле все были помощниками экспериментатора, которым дали указание вести себя нечестно. Имеет значение только то, во что мы верим. Всё это у нас в голове. – *Примеч. авт.*

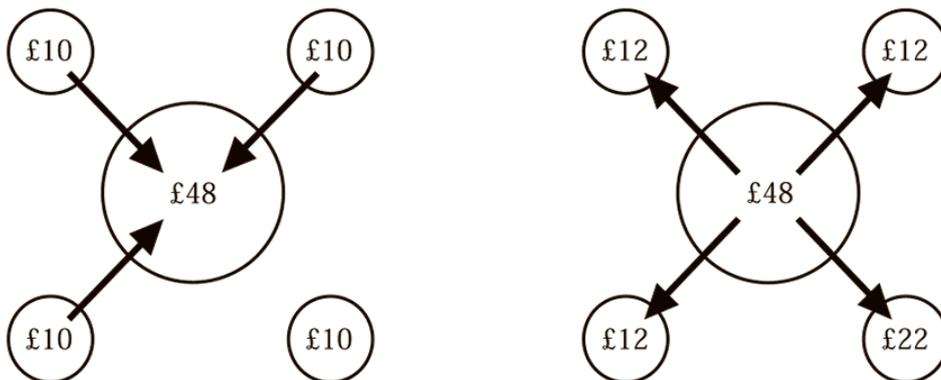
Каждый из четырех участников получает по десять фунтов стерлингов (£10). Если участник вносит их в общий фонд всей группы, эта сумма увеличивается до £16 и делится поровну между всеми четырьмя участниками.



Один из участников вносит свои деньги. При этом он немного теряет, но группа в целом выигрывает.



Все участники вносят свои деньги. Все выигрывают.



Один из участников (“безбилетник”) не вносит своих денег. Безбилетник выигрывает много, но только за счет того, что другие участники внесли свои деньги.

Рис. э.4. Игра “Общее благо”

На вечеринке, с которой начиналась эта книга, рассказчику пришлось встретиться со многими людьми, с которыми ему было тяжело общаться. Но особенно его смутило заявление, что раз он психолог, то должен уметь читать чужие мысли.

К концу книги мы убедились, что все мы умеем это делать. Этой способностью мы обязаны тому, что наш креативный мозг готов использовать всевозможные доступные сигналы для построения моделей того, что нас окружает в материальном мире, а также моделей внутреннего мира других людей. Наш креативный мозг использует эти модели, чтобы предсказывать, что произойдет дальше по ходу нашего взаимодействия с окружающим миром и с другими людьми. Если наши предсказания о других людях верны, значит, нам удалось прочесть их мысли. Но вся эта сложная деятельность скрыта от нас. Это не должно нас смущать. Давайте вернемся на вечеринку и будем веселиться.

Цветная вставка



Илл.1. Синэстетическое восприятие

В самой распространенной форме синестезии звучание слова вызывает ощущение цвета и звука. Каждая буква и цифра обладает своим цветом, а иногда и расположением в пространстве. На этой иллюстрации синэстет показывает, как она ощущает цвета и расположение букв и цифр.



Илл.2. Как читать сканы функционального магнитно-резонансного томографа (фМРТ)

Этот волонтер лежит в томографе и прослушивает череду простых звуковых сигналов. В ответ “загораются” участки на изображении слуховой коры – оранжевые фрагменты. Но на самом деле все не так просто.

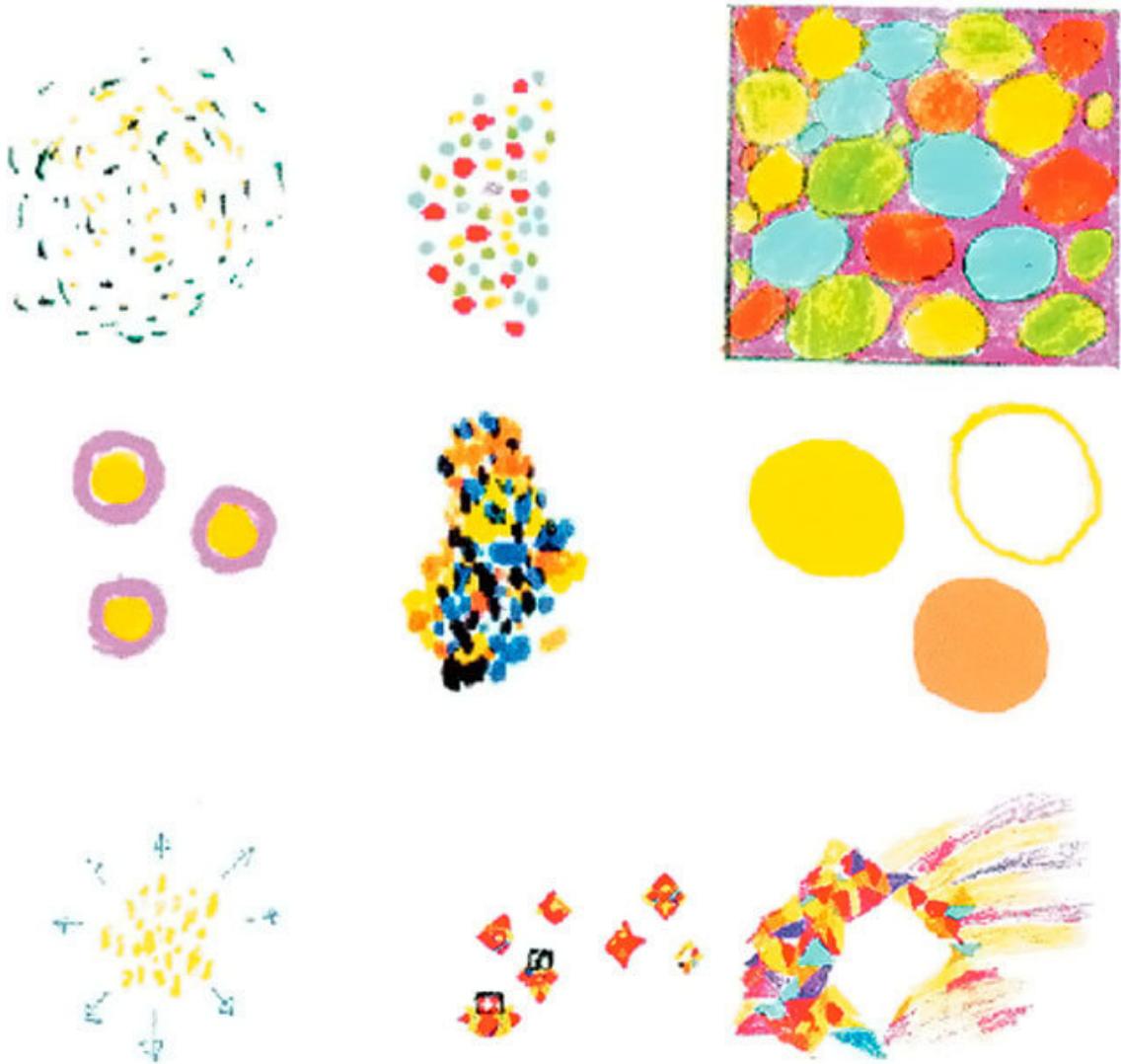
Черно-белая картинка получена обычным, анатомическим томографом. Цветные пятна наложены на это изображение – они получены на фМРТ; эти фрагменты гораздо менее четкие.

Все участки мозга постоянно активны. Цветное пятно показывает, в каких участках происходит изменение активности в момент звукового сигнала – по сравнению с моментами, когда звуков нет (не считая равномерного гудения самой установки).

фМРТ, к тому же, измеряет не собственно активность нейронов – она изменяется очень быстро, а активность кровотока, который меняется медленно. Работа нейронов требует питательных веществ и кислорода, приносимого кровью в участки мозговой ткани. Исследования

животных показали, что изменения кровотока в участках мозга – отличное мерило их активности.

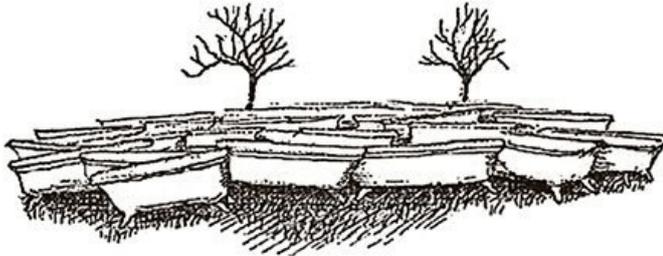
Цветные пятна показывают не собственно работу некой зоны мозга, а сумму статистически обработанных данных о ее активности: насколько вероятно, что это действительно изменение нагрузки на ткань, а не случайное колебание. Если использовать менее строгий алгоритм расчета, пятна будут более крупными и они будут появляться и в других участках.



Илл.3. Работа мозга эпилептика может вызывать визуальные ощущения
Графическая передача ощущений, вызванных эпилептическим припадком. Источник припадка находится в коре головного мозга.



Видимые объекты сами на себя не похожи
«Я вижу, что передо мной сестра А... К моему удивлению, у нее растет борода...»



Размножение образов.
Множество ванн.

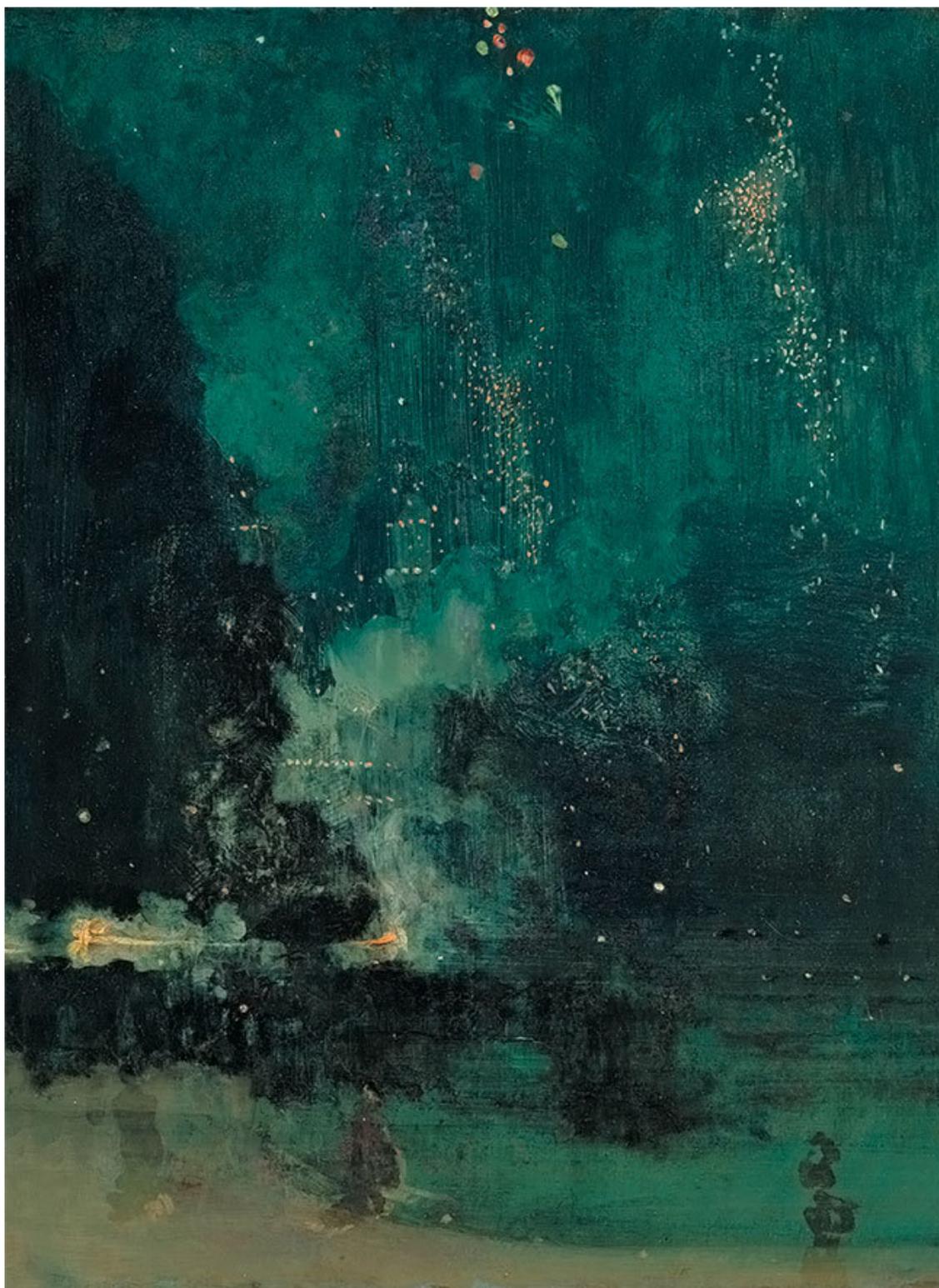


Искажаются размеры
Мужчина на другом конце стола выглядит крошечным.

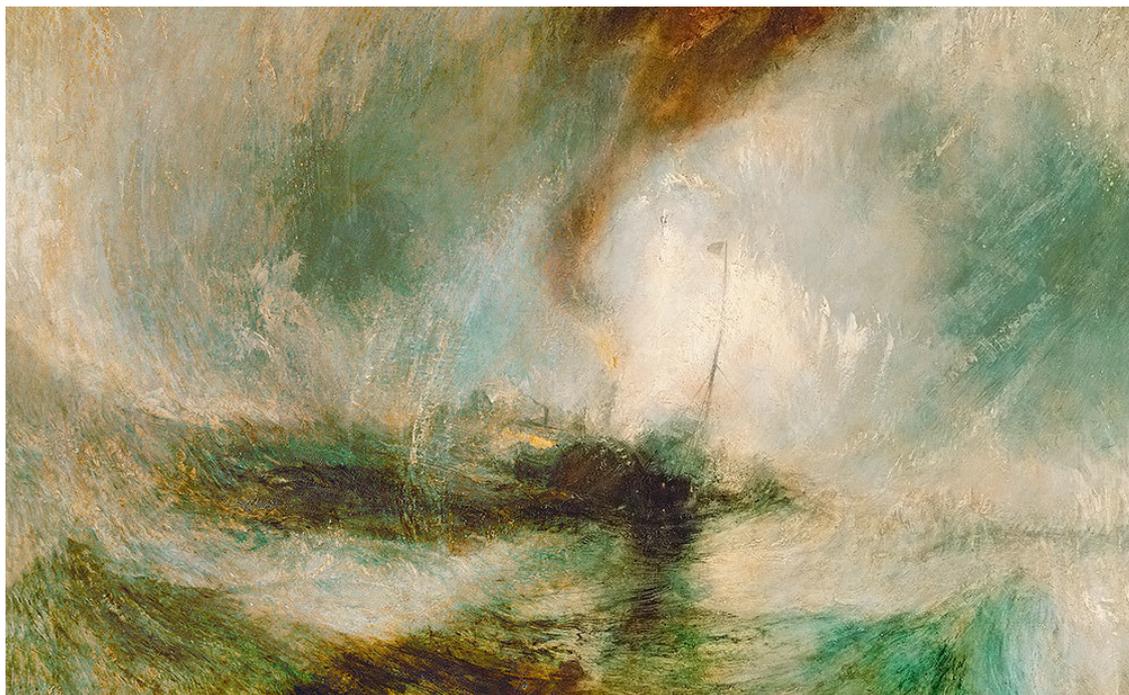


Нарушаются цвета
В левой половине видимого пространства цвета отсутствуют.

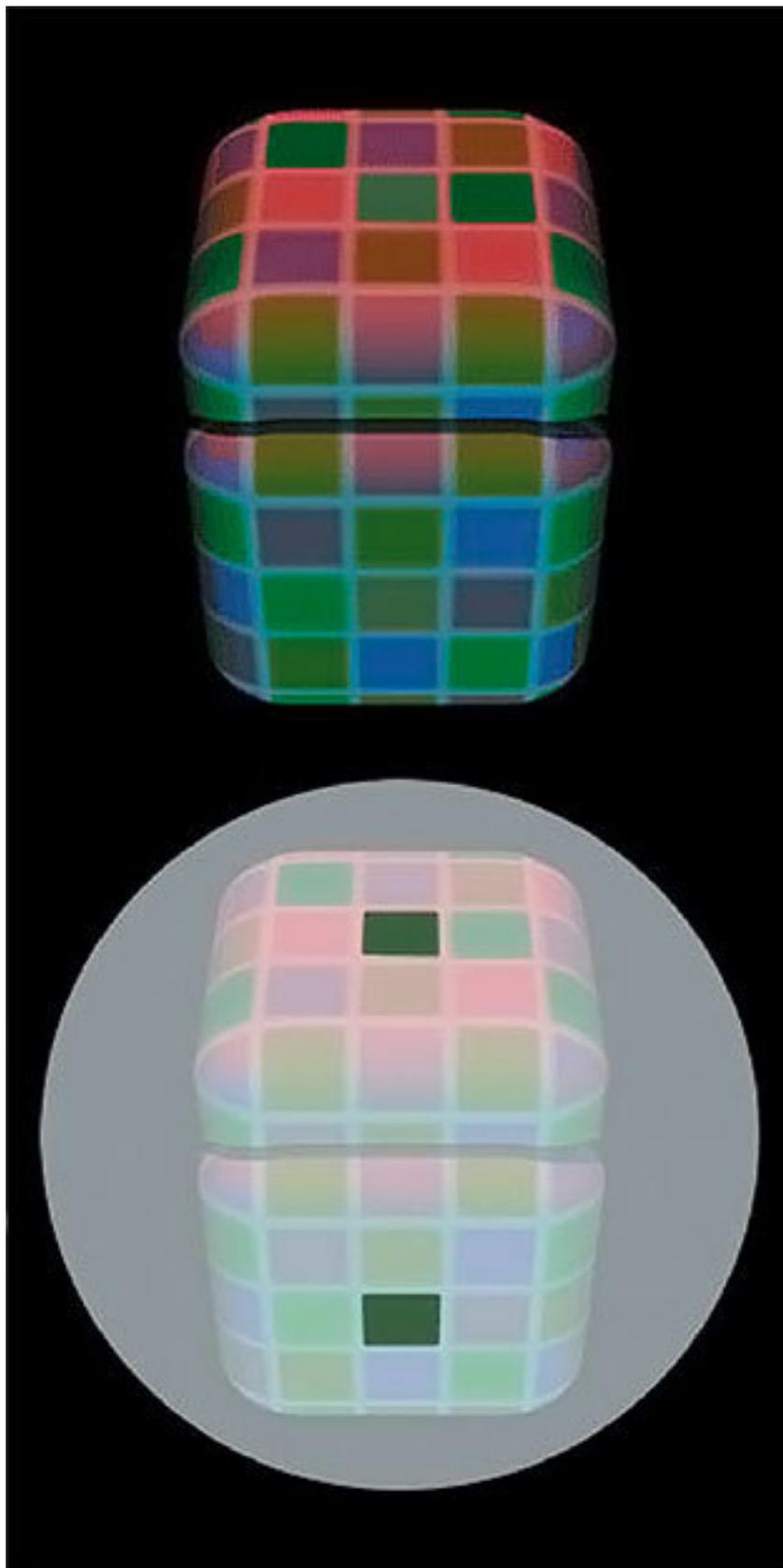
Илл. 4. Визуальные искажения во сне.



Илл.5. Работа нескольких часов и знание всей жизни
Дж. М. Уистлер. Ноктюрн в золотом и черном: падающая ракета



Илл.6. Ощущение морской бури
Дж. Тернер. Снежный шторм



Илл.7. Цвет – в мозге, а не на бумаге

Центральные квадраты верхней и нижней поверхностей того объекта, что сверху, выглядят как окрашенные в разные цвета: зеленый наверху, оранжевый внизу. На самом же деле, они идентичны по своим физическим параметрам, как это показано на нижнем объекте. Если вы мне не верите, то проделайте в листе бумаги дырочки и посмотрите ан каждый объект отдельно.

Первоисточники

Пролог

Статистическое заключение

Vox, G.E.P., & Cox, D.R. (1964). An analysis of transformations. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 26(2), 211–243.

Объем рабочей памяти

Miller, G.A. (1956). The magic number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81–97.

Рабочая память говорящих по-валлийски

Murray, A., & Jones, D.M. (2002). Articulatory complexity at item boundaries in serial recall: The case of Welsh and English digit span. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 28(3), 594–598.

Иллюзия водопада

Mather, G., Verstraten, F., & Anstis, S. (1998). *The motion aftereffect: A modern perspective*. Cambridge, MA: MIT Press. (См. также: http://www.lifesci.sussex.ac.uk/home/George_Mather/Motion/MAE.HTML.)

Страдания отвергнутого человека

Eisenberger, N.I., Lieberman, M.D., & Williams, K.D. (2003). Does rejection hurt? An fMRI study of social exclusion. *Science*, 302(5643), 290–292.

Польза мысленных упражнений

Yue, G., & Cole, K.J. (1992). Strength increases from the motor program: Comparison of training with maximal voluntary and imagined muscle contractions. *Journal of Neurophysiology*, 67(5), 1114–1123.

Мозговые травмы

Engelien, A., Huber, W., Silbersweig, D., Stern, E., Frith, C.D., Doring, W., Thron, A., & Frackowiak, R.S. (2000). The neural correlates of “deaf-hearing” in man: Conscious sensory awareness enabled by attentional modulation. *Brain*, 123(Pt. 3), 532–545.

Регистрация изменений кровотока по звуку

Fulton, J.F. (1928). Observations upon the vascularity of the human occipital lobe during visual activity. *Brain*, 51(Pt. 3), 310–320.

Связь кровотока с работой мозга

Lassen, N.A., Ingvar, D.H., & Skinhoj, E. (1978). Brain function and blood flow. *Scientific American*, 239(4), 62–71.

Воображаемая прогулка по улице

Roland, P.E., & Friberg, L. (1985). Localization of cortical areas activated by thinking. *Journal of Neurophysiology*, 53(5), 1219–1243.

Воображаемые движения

Stephan, K.M., Fink, G.R., Passingham, R.E., Silbersweig, D., Ceballos-Baumann, A.O., Frith, C.D., & Frackowiak, R.S. (1995). Functional anatomy of the mental representation of upper extremity movements in healthy subjects. *Journal of Neurophysiology*, 73(1), 373–386.

Область мозга, связанная с восприятием лиц

Puce, A., Allison, T., Gore, J.C., & McCarthy, G. (1995). Face-sensitive regions in human extrastriate cortex studied by functional MRI. *Journal of Neurophysiology*, 74(3), 1192–1199.

Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M.M. (1997). The fusiform face area: A module of extrastriate cortex specialized for face perception. *Journal of Neuroscience*, 17, 4302–4311.

Область мозга, связанная с восприятием мест

Epstein, R., & Kanwisher, N. (1998). A cortical representation of the local visual environment. *Nature*, 392(6676), 598–601.

Воображаемые лица и дома

O'Craven, K.M., & Kanwisher, N. (2000). Mental imagery of faces and places activates corresponding stimulus-specific brain regions. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(6), 1013–1023.

Влияние культуры на работу мозга

Paulesu, E., McCrory, E., Fazio, F., Menoncello, L., Brunswick, N., Cappa, S.F., Cotelli, M., Cossu, G., Corte, F., Lorusso, M., Pesenti, S., Gallagher, A., Perani, D., Price, C., Frith, C.D., & Frith, U. (2000). A cultural effect on brain function. *Nature Neuroscience*, 3(1), 91–96.

Глава 1

Нейроны, представляющие информацию, восприятие которой предстоит

Miller, E.K. (2000). The neural basis of the top-down control of visual attention in the prefrontal cortex. In S. Monsell & J. Driver (Eds.), *Control of cognitive processes: Attention and Performance 18*(pp. 511–534). Cambridge, MA: MIT Press.

Зрительные иллюзии, связанные с мигренью

Lashley, K. (1941). Patterns of cerebral integration indicated by scotomas of migraine. *Archives of Neurology and Psychiatry*, 46, 331–339. (Эта статья была также напечатана в книге: Kapur, N. (Ed.). (1997). *Injured brains of medical minds: Views from within* (pp. 121–127). Oxford: Oxford University Press.)

Зрительные функции мозга

Zeki, S. (1993). *A vision of the brain*. Oxford; Boston, MA: Blackwell Scientific Publications.

Потеря восприятия цветов

Zeki, S. (1990). A century of cerebral achromatopsia. *Brain*, 113(Pt. 6), 1721–1777.

Потеря восприятия движения

Zeki, S. (1991). Cerebral akinetopsia (visual motion blindness): A review. *Brain*, 114(Pt. 2), 811–824.

Нейропсихология: Действие повреждений мозга на психику

Broks, P. (2003). *Into the silent land: Travels in neuropsychology*. New York: Grove Press.

Не остающийся в памяти процесс обучения двигательному навыку

Brooks, D.N., & Baddeley, A.D. (1976). What can amnesic patients learn? *Neuropsychologia*, 14, 111–122.

Пациентка D.F.

Goodale, M.A., & Milner, A.D. (2004). *Sight unseen*. Oxford: Oxford University Press.

Слепозрение

Weiskrantz, L. (1990). *Blindsight: A case study and implications*. Oxford: Clarendon Press.

Музыкальные галлюцинации

Hammeke, T.A., McQuillen, M.P., & Cohen, B.A. (1983). Musical hallucinations associated with acquired deafness. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 46(6), 570–572.

Синдром Шарля Бонне

ffytche, D.H.¹⁷⁵ (2005). Visual hallucinations and the Charles Bonnet syndrome. *Current Psychiatry Reports*, 7(3), 168–179.

Сканирование мозга при зрительных галлюцинациях

¹⁷⁵ Как то ни удивительно, по-английски эта фамилия действительно начинается со строчной буквы. См., например, <http://www.iop.kcl.ac.uk/staff/profile/default.aspx?go=11136>. – Примеч. перев.

ffytche, D.H., Howard, R.J., Brammer, M.J., David, A., Woodruff, P., & Williams, S. (1998). The anatomy of conscious vision: An fMRI study of visual hallucinations. *Nature Neuroscience*, 1(8), 738–742.

Зрительные галлюцинации при эпилепсии

Panayiotoloulos, C.P. (1999). Elementary visual hallucinations, blindness, and headache in idiopathic occipital epilepsy: Differentiation from migraine. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 66, 536–540.

Mize, K. (1980). Visual hallucinations following viral encephalitis: A self report. *Neuropsychologia*, 18(2), 193–202. (“Upon closing my eyes.” (pp. 31–32) – с. 194.) (Эта статья была также напечатана в книге: Kapur, N. (Ed.). (1997). *Injured brains of medical minds: Views from within* (pp. 129–137). Oxford: Oxford University Press.)

Слуховые галлюцинации при эпилепсии

Winawer, M.R., Ottman, R., Hauser, A., & Pedley, T.A. (2000). Autosomal dominant partial epilepsy with auditory features: Defining the phenotype. *Neurology*, 54, 2173–2176.

Галлюцинации, вызываемые стимуляцией мозга

Penfield, W., & Perot, P. (1963). The brain’s record of auditory and visual experience. *Brain*, 86(Pt. 4), 595–696.

Галлюциногенные препараты

Huxley, A. (1959). *The doors of perception & Heaven and hell*. Harmondsworth: Penguin Books. (Русский перевод см., например: <http://lib.ru/INOFAANT/HAKSLI/doors.txt>)

Hofmann, A. (1983). *LSD – My problem child* (J. Ott, Trans.) Los Angeles: J.P. Tarcher. см.: http://www.flashback.se/archive/my_problem_child/chapter1.html#5.1)¹⁷⁶

Сходство галлюцинаций, вызываемых разными препаратами

Ffytche, D.H., & Howard, R.J. (1999). The perceptual consequences of visual loss: “Positive” pathologies of vision. *Brain*, 122(Pt. 7), 1247–1260.

Ежики на потолке

Manford, M., & Andermann, F. (1999). Complex visual hallucinations. *Brain*, 121(Pt. 10), 1818–1840.

Глухота и мания преследования

Cooper, A.F. (1976). Deafness and psychiatric illness. *British Journal of Psychiatry*, 129, 216–226.

Галлюцинации при шизофрении

Trosse, G. (1982). The Life of the Reverend Mr. George Trosse, Late Minister of the Gospel in the City of Exon, Who died January 11th, 1712/13. In the Eighty Second Year of His Age, Written by Himself and Publish’d According to His Order. Exon: Richard White, 1714. In D. Petersen (Ed.), *A mad people’s history of madness* (pp. 26–38). Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press. (Оригинал издан в 1714 г.)

¹⁷⁶ Русский перевод см., например: http://www.behigh.org/behigh/site/content/library/science/hofmann_lsd.html. – прим. перев.

King, L.P. (pseud.). (1964). Criminal complaints with probable causes (a true account). Bound, circular letter, ca. 1940. In B. Kaplan (Ed.), *The inner world of mental illness*. New York: Harper & Row. (Оригинал издан в 1940 г.)

Пересмотр собственных представлений о реальности

Chadwick, P.K. (1993). The stepladder to the impossible: A first hand phenomenological account of a schizo-affective psychotic crisis. *Journal of Mental Health*, 2(3), 239–250.

Глава 2

Неосознанные умозаключения

Helmholtz, H. von. (1866). *Handbuch der Physiologischen Optik*. Leipzig: Voss.

Helmholtz, H. von. (1971). The facts of perception. In R. Kahl (Ed.), *Selected writings of Hermann von Helmholtz* (pp. 366–381). Middletown, CT: Wesleyan University Press. (Оригинал издан в 1878 г.)

Слепота к изменениям

Rensink, R.A., O'Regan, J.K., & Clark, J.J. (1997). To see or not to see: The need for attention to perceive changes in scenes. *Psychological Science*, 8(5), 368–373.

Noe#, A. (Ed.). (2002). Is the visual world a grand illusion? *Journal of Consciousness Studies*, special issue, 9(5–6).

Подпороговое восприятие

Marcel, A.J. (1983). Conscious and unconscious perception: An approach to the relations between phenomenal experience and perceptual processes. *Cognitive Psychology*, 15(2), 238–300.

Kunst-Wilson, W.R., & Zajonc, R.B. (1980). Affective discrimination of stimuli that cannot be recognized. *Science*, 207(4430), 557–558.

Реакция на неосознанное восприятие испуганных лиц

Whalen, P.J., Rauch, S.L., Etcoff, N.L., McInerney, S.C., Lee, M.B., & Jenike, M.A. (1998). Masked presentations of emotional facial expressions modulate amygdala activity without explicit knowledge. *Journal of Neuroscience*, 18(1), 411–418.

Реакция миндалевидного тела на изображения испуганных лиц

Morris, J.S., Frith, C.D., Perrett, D.I., Rowland, D., Young, A.W., Calder, A.J., & Dolan, R.J. (1996). A differential neural response in the human amygdala to fearful and happy facial expressions. *Nature*, 383(6603), 812–815.

Неосознанное отслеживание изменений

Beck, D.M., Rees, G., Frith, C.D., & Lavie, N. (2001). Neural correlates of change detection and change blindness. *Nature Neuroscience*, 4(6), 645–650.

Синестезия

Baron-Cohen, S., & Harrison, J.E. (Eds.). (1997). *Synaesthesia: Classical and contemporary readings*. Oxford: Blackwell.

Mills, C.B., Boteler, E.H., & Oliver, G.K. (1999) Digit synaesthesia: A case study using a Stroop-type test. *Cognitive Neuropsychology*, 16(2), 181–191.

Примеры сновидений

Jones, R.M. (1969). An epigenetic analysis of dreams. In M. Kramer (Ed.). *Dream psychology and the new biology of dreaming* (pp. 265–283). Springfield, IL: Charles C. Thomas.

Физиология сновидений

Hobson, J.A. (1988). *The dreaming brain*. New York: Basic Books.

Быстрый сон

Aserinsky, E., & Kleitman, N. (1953). Regularly occurring periods of eye motility, and concomitant phenomena, during sleep. *Science*, 118(3062), 273–274.

Повторение во сне образов, виденных наяву

Stickgold, R., Malia, A., Maguire, D., Roddenberry, D., & O'Connor, M. (2000). Replaying the game: Hypnagogic images in normals and amnesics. *Science*, 290(5490), 350–353.

Сон Чжуан-цзы о бабочке

Borges, J.L. (1966). *Other inquiries* (R.L.C. Simms, Trans.). New York: Washington Square Press. (“Мне снилось, что я бабочка...”)

Рассуждения Декарта о сновидениях

Descartes, R. (1996). Meditations on First Philosophy – in which are demonstrated the existence of God and the distinction between the human soul and the body. First Meditation – what can be called into doubt. In J. Cottingham (Ed. and Trans.), *Descartes: Selected philosophical writings*. Cambridge: Cambridge University Press. (Оригинал издан в 1641 г.)¹⁷⁷

Неправдоподобность сновидений

Schwartz, S., & Maquet, P. (2002). Sleep imaging and the neuro-psychological assessment of dreams. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(1), 23–30.

Страшные сны

Revonsuo, A. (2003). The reinterpretation of dreams. In E.F. Pace-Schott, M. Solms, M. Blagrove, & S. Harnad (Eds.), *Sleep and dreaming* (pp. 85–109). Cambridge: Cambridge University Press.

“Перепись галлюцинаций”

Sidgwick, H. (with Johnson, A., Myers, F.W.H., Podmore, F., & Sidgwick, E.M.). (1894). Report on the Census of Hallucinations. *Proceedings of the Society for Psychical Research*, 10, 25–422.

Отзыв Гладстона о работе Общества психических исследований

Gauld, A. (1968). *The founders of psychical research*. London: Routledge & Kegan Paul.

Галлюцинации в виде кошек

Manford, M., & Andermann, F. (1999). Complex visual hallucinations. *Brain*, 121, 1818–1840.

¹⁷⁷ “Размышления о первой философии, в коих доказывается существование Бога и различие между человеческой душой и телом”. Русский перевод см., например: <http://psylib.org.ua/books/dekar02/index.htm>. – Примеч. перев.

Глава 3

Фокус с резиновой рукой

Botvinick, M., & Cohen, J. (1998). Rubber hands “feel” touch that eyes see. *Nature*, 391(6669), 756.

Обезьяна и лопатка

Iriki, A., Tanaka, M., & Iwamura, Y. (1996). Coding of modified body schema during tool use by macaque postcentral neurones. *Neuroreport*, 7(14), 2325–2330.

Неполнота ощущения движений руки

Fournier, P., & Jeannerod, M. (1998). Limited conscious monitoring of motor performance in normal subjects. *Neuropsychologia*, 36(11), 1133–1140.

Nielsen, T.I. (1963). Volition – a new experimental approach. *Scandinavian Journal of Psychology*, 4(4), 225–230.

Мозговая активность, предшествующая выбору

Libet, B., Gleason, C.A., Wright, E.W., & Pearl, D.K. (1983). Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness-potential): The unconscious initiation of a freely voluntary act. *Brain*, 106(Pt. 3), 623–642.

Haggard, P., Newman, C., & Magno, E. (1999). On the perceived time of voluntary actions. *British Journal of Psychology*, 90(Pt. 2), 291–303.

Неосознанные движения

Hallett, P.E., & Lightstone, A.D. (1976). Saccadic eye movements to flashed targets, *Vision Research*, 16(1), 107–114. Pisella, L., Grea, H., Tilikete, C., Vighetto, A., Desmurget, M., Rode, G.,

Boisson, D., & Rossetti, Y. (2000). An “automatic pilot” for the hand in human posterior parietal cortex: Toward reinterpreting optic ataxia. *Nature Neuroscience*, 3(7), 729–736.

Иллюзия Рулофса

Roelofs, C. (1935). Optische Localisation. *Archiv für Augenheilkunde*, 109, 395–415.

Bridgeman, B., Peery, S., & Anand, S. (1997). Interaction of cognitive and sensorimotor maps of visual space. *Perception and Psychophysics*, 59(3), 456–469.

Изменения мозга у певчих птиц

Nottebohm, F. (1981). A brain for all seasons: Cyclical anatomical changes in song control nuclei of the canary brain. *Science*, 214(4527), 1368–1370.

Фантомная конечность на лице

Ramachandran, V.S., Stewart, M., Rogers-Ramachandran, D.C. (1992). Perceptual correlates of massive cortical reorganization. *Neuroreport*, 3(7), 583–586.

Halligan, P.W., Marshall, J.C., Wade, D.T., Davey, J., & Morrison, D. (1993). Thumb in cheek? Sensory reorganization and perceptual plasticity after limb amputation. *Neuroreport*, 4(3), 233–236.

Женщина с тремя руками

McGonigle, D.J., Hanninen, R., Salenius, S., Hari, R., Frackowiak, R.S., & Frith, C.D. (2002). Whose arm is it anyway? An fMRI case study of supernumerary phantom limb. *Brain*, 125(Pt. 6), 1265–74.

Отрицание своего дефекта (анозогнозия)

Ramachandran, V.S. (1996). What neurological syndromes can tell us about human nature: Some lessons from phantom limbs, capgras syndrome, and anosognosia. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 61, 115–134.

Синдром чужой руки

Marchetti, C., & Della Salla, S. (1998). Disentangling the alien and anarchic hand. *Cognitive Neuropsychiatry*, 3, 191–208.

Иллюзия сознательной воли

Wegner, D.M. (2002). *The illusion of conscious will*. Cambridge, MA: Bradford Books.

Неосознанное выполнение указаний

Varraine, E., Bonnard, M., & Pailhous, J. (2002). The top down and bottom up mechanisms involved in the sudden awareness of low level sensorimotor behavior. *Cognitive Brain Research*, 13(3), 357–361.

Потеря памяти под гипнозом

Estabrooks, G.H. (1957). *Hypnotism*. New York: E.P. Dutton & Co.

Kopelman, M., & Morton, J. (2001). Psychogenic amnesias – functional memory loss. In G. Davies & T. Dalgleish (Eds.), *Recovered memories: The middle ground* (pp. 219–246). Chichester: John Wiley.

Запоминание слов при потере памяти

Shimamura, A.P. (1986). Priming effects of amnesia: Evidence for a dissociable memory function. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, A*, 38(4), 619–644.

Глава 4

Американские младенцы машинально учатся китайскому языку

Kuhl, P.K., Tsao, F.M., & Liu, H.M. (2003). Foreign-language experience in infancy: Effects of short-term exposure and social interaction on phonetic learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 100(15), 9096–9101.

Все, что вы, возможно, хотели узнать о лабораторных крысах

Krinke, G.J. (Ed.). (2000). *The laboratory rat* (Handbook of Experimental Animals). London: Academic Press.

Эксперименты Павлова

Pavlov, I.P. (1927). Lecture II. In *Conditioned reflexes* (G.V. Anrep, Trans.; pp. 17–32). London: Oxford University Press. (Эту лекцию также можно найти на очень полезном сайте *Classics in the History of Psychology*: <http://psychclassics.yorku.ca/Pavlov/lecture2.htm>.)¹⁷⁸

Цвет как сигнал зрелости плода

Smith, A.C., Buchanan-Smith, H.M., SurrIDGE, A.K., Osorio, D., & Mundy, N.I. (2003). The effect of colour vision status on the detection and selection of fruits by tamarins (*Saguinus spp.*). *Journal of Experimental Biology*, 206(18), 3159–3165.

Эксперименты Торндайка

Thorndike, E.L. (1911). An experimental study of associative processes in animals. In *Animal intelligence* (pp. 20–154). New York: Macmillan. (Эту статью также можно найти на сайте *Classics in the History of Psychology*: <http://psychclassics.yorku.ca/Thorndike/Animal/chap2.htm>.)

Научение суевериям

Skinner, B.F. (1948). “Superstition” in the pigeon. *Journal of Experimental Psychology*, 38(2), 168–172. (Эту статью также можно найти на сайте *Classics in the History of Psychology*: <http://psychclassics.yorku.ca/Skinner/Pigeon/>.)

Неосознанное обучение может быть даже лучше осознанного

Fletcher, P.C., Zafiris, O., Frith, C.D., Honey, R.A.E., Corlett, P.R., Zilles, K., & Fink, G.R. (2005). On the benefits of not trying: Brain activity and connectivity reflecting the interactions of explicit and implicit sequence learning, *Cerebral Cortex*, 15(7), 1002–1015.

Регистрация активности отдельных нейронов

Hubel, D.H., & Wiesel, T.N. (1959). Receptive fields of single neurons in the cat’s striate cortex. *Journal of Physiology*, 148(3), 574–591.

Синапсы и другое

LeDouarin, J. (2002). *Synaptic self: How our brains become who we are*. New York: Viking.

Самостимуляция

¹⁷⁸ Русский оригинал: Павлов И.П. (1927). Лекции о работе больших полушарий головного мозга. Л.; М.: Государственное издательство. 372 стр. Факсимиле этого издания имеется в электронной библиотеке IQlib: <http://www.iqlib.ru/book/preview/87FAC2A2AC6994211AA31BCB5301931A1>. —Примеч. перев.

Wise, R.A., & Rompre, P.P. (1989). Brain dopamine and reward. *Annual Review of Psychology*, 40, 191–225.

Мозг предсказывает получение награды

Schultz, W. (2001). Reward signaling by dopamine neurons. *Neuroscientist*, 7(4), 293–302.

Barto, A.G. (1995). Adaptive critic and the basal ganglia. In J.C. Houk, J.L. Davis, & D.G. Beiser (Eds.), *Models of information processing in the basal ganglia* (pp. 215–232). Cambridge, MA: MIT Press.

Schultz, W., Dayan, P., & Montague, P.R. (1997). A neural substrate of prediction and reward. *Science*, 275(5306), 1593–1599.

Поиск цветов у пчел

Montague, P.R., Dayan, P., Person, C., & Sejnowski, T.J. (1995). Bee foraging in uncertain environments using predictive Hebbian learning. *Nature*, 377(6551), 725–728.

Игра в нарды

Tesuo, G. (1994). TD-Gammon, a self-teaching backgammon program, achieves master-level play. *Neural Computation*, 6(2), 215–219.

Автоматическая подготовка программы действий для взятия предметов в поле зрения

Castiello U. (2005). The neuroscience of grasping. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(9), 726–736.

Сознание и роман

Lodge, D. (2002). *Consciousness and the novel*. London: Secker & Warburg.

Обучение с “невидимыми” раздражителями

Morris, J.S., O’Reilly, A., & Dolan, R.J. (1998). Conscious and unconscious emotional learning in the human amygdala. *Nature*, 393(6684), 467–470.

Видимая картина мира остается неподвижной, несмотря на движения глаз

Helmholtz, H. von. (1866). *Handbuch der physiologischen Optik, Bd. 3*. Leipzig: Voss.

Bridgeman, B., Van der Heijden, A.H.C., & Velichkovsky, B.M. (1994). A theory of visual stability across saccadic eye movements. *Behavioral and Brain Sciences*, 17(2), 247–292.

Мы не можем сами себя щекотать

Weiskrantz, L., Elliott, J., & Darlington, C. (1971). Preliminary observations on tickling oneself. *Nature*, 230(5296), 598–599.

Попытки щекотать самого себя не вызывают усиления мозговой активности

Blakemore, S.J., Wolpert, D.M., & Frith, C.D. (1990). Central cancellation of self-produced tickle sensation. *Nature Neuroscience*, 1(7), 635–640.

Активные и пассивные движения

Weiller, C., Juptner, M., Fellows, S., Rijntjes, M., Leonhardt, G., Kiebel, S., Müller, S., Diener, H.C., & Thilmann, A.F. (1996). Brain representation of active and passive movements. *Neuroimage*, 4(2), 105–110.

Обучение путем мысленных упражнений

Yue, G., & Cole, K.J. (1992). Strength increases from the motor program: Comparison of training with maximal voluntary and imagined muscle contractions. *Journal of Neurophysiology*, 67(5), 1114–1123.

Прямые и обратные модели

Wolpert, D.M., & Miall, R.C. (1996). Forward models for physiological motor control. *Neural Networks*, 9(8), 1265–1279.

Машины Гельмгольца

Hinton, G.E., Dayan, P., Frey, B.J., & Neal, R.M. (1995). The “wake – sleep” algorithm for unsupervised neural networks. *Science*, 268(5214), 1158–1161.

История пациента I.W.

Cole, J. (1995). *Pride and a daily marathon*. Cambridge, MA: MIT Press.

Ясперс критикует нейробиологию и психоанализ

Jaspers, K. (1956). On my philosophy. In W. Kaufman (Ed.), *Existentialism from Dostoyevsky to Sartre* (pp. 131–158). New York: Penguin. (Оригинал издан в 1941 г.)

Шизофреники, которые могут сами себя щекотать

Blakemore, S.J., Smith, J., Steel, R., Johnstone, C.E., & Frith, C.D. (2000). The perception of self-produced sensory stimuli in patients with auditory hallucinations and passivity experiences: Evidence for a breakdown in self-monitoring. *Psychological Medicine*, 30(5), 1131–1139.

Глава 5

Нейронная доктрина

Jones, E.G. (1994). The neuron doctrine 1891. *Journal of the History of the Neurosciences*, 3(1), 3–20.

Рамон-и-Кахаль критикует Гольджи

Sajal, S.R. у. (1996). *Recollections of my life* (E.H. Craig, Trans., with the assistance of Juan Cano). Cambridge, MA: MIT Press. (Оригинал издан в 1937 г.)

Создание теории информации

Hartley, R.V.L. (1928). Transmission of information. *Bell System Technical Journal*, 7, 535–563.

Shannon, C.E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27, 379–423, 623–656.

Нейроны как переносчики информации

McCulloch, W., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5, 115–133.

Теорема Байеса

Bayes, T. (1763). An essay towards solving a problem in the doctrine of chances. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 53, 370–418.

Спор о целесообразности маммографического обследования на рак груди

Gotzsche, P.C., & Olsen, O. (2000). Is screening for breast cancer with mammography justifiable? *Lancet*, 355(9198), 129–134.

Иррациональное поведение

Sutherland, S. (1992). *Irrationality: The enemy within*. Harmondsworth: Penguin Books.

Быть байесовским наблюдателем не всегда хорошо

Wolfe, J.M., Horowitz, T.S., & Kenner, N.M. (2005). Rare items often missed in visual searches. *Nature*, 435(7041), 439–440.

Мозг как идеальный байесовский наблюдатель

Ernst, M.O., & Banks, M.S. (2002). Humans integrate visual and haptic information in a statistically optimal fashion. *Nature*, 415(6870), 429–433.

Построение моделей окружающего мира

Kersten, D., Mamassian, P., & Yuille, A. (2004). Object perception as Bayesian inference. *Annual Review of Psychology*, 55, 271–304.

Эволюция цветового зрения

Regan, B.C., Julliot, C., Simmen, B., Vienot, F., Charles-Dominique, P., & Mollon, J.D. (2001). Fruits, foliage and the evolution of primate colour vision. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B – Biological Sciences*, 356(1407), 229–283.

Ранний зрительный опыт жестко прописывается в мозгу

Hensch, T.K. (2005). Critical period plasticity in local cortical circuits. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(11), 877–888.

Что зрительные иллюзии говорят нам о восприятии

Gregory, R. (1997). *Eye and brain: The psychology of seeing* (5th ed.). Oxford: Oxford University Press. (1-е издание вышло в 1966 г.)

Восприятие вогнутых масок

Hill, H., & Bruce, V. (1993). Independent effects of lighting, orientation, and stereopsis on the hollow-face illusion. *Perception*, 22(8), 887–897.

Параллакс движения (и другие фундаментальные свойства зрения)

Gibson, J.J. (1950). *The perception of the visual world*. Boston, MA: Houghton Mifflin Co.

Цветовые иллюзии

Lotto, R.B., & Purves, D. (2002). The empirical basis of color perception. *Conscious Cognition*, 11(4), 609–629.

Заполнение слепого пятна

Ramachandran, V.S., & Gregory, R.L. (1991). Perceptual filling in of artificially induced scotomas in human vision. *Nature*, 350(6320), 699–702.

Человек видит букву А, хотя на самом деле это была буква В

Jack, A.I. (1998). Perceptual awareness in visual masking. Unpublished Psychology Ph.D., UCL (неопубликованная диссертация, как то ни печально!).

Пациент, который не может устоять при виде отогнутой простыни

Lhermitte, F. (1986). Human autonomy and the frontal lobes. II. Patient behavior in complex and social situations: The “environmental dependency syndrome.” *Annals of Neurology*, 19, 335–343.

Внимание вызывает активацию чувствительных участков мозга еще до появления раздражителя

Kastner, S., & Ungerleider, L.G. (2001). The neural basis of biased competition in human visual cortex. *Neuropsychologia*, 39(12), 1263–1276.

Воображаемый куб Неккера не меняется

Chambers, D., & Reisberg, D. (1985). Can mental images be ambiguous? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11(3), 317–328.

Глава 6

Бессмысленная статья-розыгрыш

Sokal, A. (1996). Transgressing the boundaries: Toward a transformative hermeneutics of quantum gravity. *Social Text*, 46/47, 217–252.

Герменевтика и когнитология (наука о познании)

Gallagher, S. (2004). Hermeneutics and the cognitive sciences. *Journal of Consciousness Studies*, 11(10–11), 162–174.

Движение живых объектов

Johansson, G. (1973). Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Perception and Psychophysics*, 14(2), 201–211.

Pollick, F.E., Lestou, V., Ryu, J., & Cho, S.B. (2002). Estimating the efficiency of recognizing gender and affect from biological motion. *Vision Research*, 42(20), 2345–2355.

Восприятие движения живых объектов у младенцев

Fox, R., & McDaniel, C. (1982). The perception of biological motion by human infants. *Science*, 218(4571), 486–487.

Восприятие движения живых объектов у кошек

Blake, R. (1993). Cats perceive biological motion. *Psychological Science*, 4(1), 54–57.

Мячик, прыгающий через барьер

Gergely, G., Nadasdy, Z., Csibra, G., & Biro, S. (1995). Taking the intentional stance at 12 months of age. *Cognition*, 56(2), 165–193.

Точность, с которой мы отслеживаем направление взгляда

Anstis, S.M., Mayhew, J.W., & Morley, T. (1969). The perception of where a face or television “portrait” is looking. *American Journal of Psychology*, 82(4), 474–489.

Использование направления взгляда для чтения мыслей

Lee, K., Eskritt, M., Symons, L.A., & Muir, D. (1998). Children’s use of triadic eye gaze information for “mind reading.” *Developmental Psychology*, 34(3), 525–539.

Зеркальные нейроны

Rizzolatti, G., & Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 169–192.

Синдром Жилия де ла Туретта

Robertson, M.M. (2000). Tourette syndrome, associated conditions and the complexities of treatment. *Brain*, 123(Pt. 3), 425–462.

Неоднозначность возможных целей

Searle, J. (1984). *Minds, brains & science: The 1984 Reith Lectures*. British Broadcasting Corporation (переиздание: Penguin Books, 1992).

Подражание чужим целям

Bekkering, H., Wohlschläger, A., & Gattis, M. (2000). Imitation of gestures in children is goal-directed. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, Section A*, 53(1), 153–164.

Gergely, G., Bekkering, H., & Kiraly, I. (2002). Rational imitation in preverbal infants. *Nature*, 415(6873), 755.

Влияние наблюдения за чужими действиями

Kilner, J.M., Paulignan, Y., & Blakemore, S.J. (2003). An interference effect of observed biological movement on action. *Current Biology*, 13(6), 522–525.

Передача чувства отвращения

Wicker, B., Keysers, C., Plailly, J., Royet, J.P., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (2003). Both of us disgusted in My insula: The common neural basis of seeing and feeling disgust. *Neuron*, 40(3), 655–664.

Эффект плацебо в ожидании и ощущении боли

Wager, T.D., Rilling, J.K., Smith, E.E., Sokolik, A., Casey, K.L., Davidson, R.J., Kosslyn, S.M., Rose, R.M., & Cohen, J.D. (2004). Placebo-induced changes in fMRI in the anticipation and experience of pain. *Science*, 303(5661), 1162–1167.

Сопереживание человеку, которому больно

Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R.J., & Frith, C.D. (2004). Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science*, 303(5661), 1157–1162.

Содрогание при виде иголки, которую втыкают кому-то в руку

Avenanti, A., Buetti, D., Galati, G., & Aglioti, S.M. (2005). Transcranial magnetic stimulation highlights the sensorimotor side of empathy for pain. *Nature Neuroscience*, 8(7), 955–960.

Предвосхищение наступления боли

Ploghaus, A., Tracey, I., Gati, J., Clare, S., Menon, R., Matthews, P., & Rawlins, J. (1999). Dissociating pain from its anticipation in the human brain. *Science*, 284(5422), 1979–1981.

Цингулотомия уменьшает неприятность боли, но не само ощущение

Folz, E.L., & White, L.E. (1962). Pain “relief” by frontal cingulotomy. *Journal of Neurosurgery*, 19, 89–100.

Мозг сближает причины и следствия действий

Haggard, P., Clark, S., & Kalogeras, J. (2002). Voluntary action and conscious awareness. *Nature Neuroscience*, 5(4), 382–385.

Сближение причин и следствий в действиях других людей

Wohlschläger, A., Haggard, P., Gesierich, B., & Prinz, W. (2003). The perceived onset time of self- and other-generated actions. *Psychological Science*, 14(6), 586–591.

Иллюзии деятельности

Wegner, D.M., Fuller, V.A., & Sparrow, B. (2003). Clever hands: Uncontrolled intelligence in facilitated communication. *Journal of Personal Social Psychology*, 85(1), 5–19.

Green, G. (1994). Facilitated communication: Mental miracle or sleight of hand? *Skeptic*, 2(3), 68–76. См. также резолюцию по облегченной коммуникации (Resolution

on Facilitated Communication) Американской психологической ассоциации (American Psychological Association).¹⁷⁹

Шизофрения

Frith, C.D., & Johnstone, E.C. (2003). *Schizophrenia: A very short introduction*. Oxford: Oxford University Press.

Галлюцинации, связанные с чужим внутренним миром

Cahill, C., & Frith, C.D. (1996). False perceptions or false beliefs? Hallucinations and delusions in schizophrenia. In P.W. Halligan & J.C. Marshall (Eds.), *Methods in madness* (pp. 267–291). Hove: Psychology Press. Mellors, C.S. (1970). First-rank symptoms of schizophrenia. *British Journal of Psychiatry*, 117(536), 15–23.

Принцип нечувствительности

Gallagher, S. (2000). Self-reference and schizophrenia: A cognitive model of immunity to error through misidentification. In D. Zahavi (Ed.), *Exploring the self: Philosophical and psychopathological perspectives on self-experience* (pp. 203–239). Amsterdam/Philadelphia, PA: John Benjamins.

¹⁷⁹ <http://www.apa.org/divisions/div33/fcpolicy.html>. – Примеч. перев.

Глава 7

Китайская поэзия

Graham, A.C. (Ed.). (1977). *Poems of the late Tang*. Harmondsworth: Penguin.

Проблема перевода

Quine, W.V.O. (1960). *Word and object*. Cambridge, MA: MIT Press.

Как мы понимаем иронию?

Sperber, D., & Wilson, D. (1995). *Relevance: Communication and cognition* (2nd ed.). Oxford: Blackwell. (1-е издание вышло в 1986 г.)

Обратная задача в управлении движениями

Flash, T., & Sejnowski, T.J. (2001). Computational approaches to motor control. *Current Opinions in Neurobiology*, 11(6), 655–662.

Harris, C.M., & Wolpert, D.M. (1998). Signal-dependent noise determines motor planning. *Nature*, 394(6695), 780–784.

Реабилитация предрассудков

Gadamer H.-G. (1989). *Truth and method* (2nd rev. ed.; J. Weinsheimer & D.G. Marshall, Trans.). New York: Crossroad. (1-е английское издание вышло в 1975 г.)¹⁸⁰

Предрассудки у детей

Williams, J.E., Best, D.L., & Boswell, D.A. (1975). Children's racial attitudes in the early school years. *Child Development*, 46(2), 494–500.

Предсказание, что я буду делать дальше

Repp, B.H., & Knoblich, G. (2004). Perceiving action identity: How pianists recognize their own performances. *Psychological Science*, 15(9), 604–609.

Knoblich, G., & Flach, R. (2001). Predicting the effects of actions: Interactions of perception and action. *Psychological Science*, 12(6), 467–472.

Заразительность: студенты начинают вести себя как пожилые люди

Bargh, J.A., Chen, M., & Burrows, L. (1996). Automaticity of social behavior: Direct effects of trait construct and stereotype-activation on action. *Journal of Personal Social Psychology*, 71(2), 230–244.

Материнский язык

Kuhl, P.K., Andruski, J.E., Chistovich, I.A., Chistovich, L.A., Kozhevnikova, E.V., Ryskina, V.L., Stolyarova, E.I., Sundberg, U., & Lacerda, F. (1997). Crosslanguage analysis of phonetic units in language addressed to infants. *Science*, 277(5326), 684–686.

Burnham, D., Kitamura, C., & Vollmer-Conna, U. (2002). What's new pussy cat? On talking to babies and animals. *Science*, 296(5572), 1435.

Обучение путем подражания у горных горилл

¹⁸⁰ Русское издание: Гадамер Г.Г. (1988). *Истина и метод*. М.: Прогресс, 1988. 704 с. См. текст этой книги в библиотеке Fort / Da: http://yanko.lib.ru/books/philosoph/gadamer-istina_i_metod=a.htm. – Примеч. перев.

Byrne, R.W., & Russon, A.E. (1998). Learning by imitation: A hierarchical approach. *Behavioral & Brain Sciences*, 21(5), 667–721.

Maestriperi, D., Ross, S.K., & Megna, N.L. (2002). Mother – infant interactions in western lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). *Journal of Comparative Psychology*, 116(3), 219–227.

Младенец знает, когда мать его обучает

Bloom, P. (2000). *How children learn the meanings of words*. Cambridge, MA: MIT Press.

Дети, страдающие аутизмом, по-своему заучивают слова

Frith, U. (2003). *Autism: Explaining the enigma* (2nd ed.). Oxford: Blackwell.

Моделирование мыслей других людей

Wolpert, D.M., Doya, K., & Kawato, M. (2003). A unifying computational framework for motor control and social interaction. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B – Biological Sciences*, 358(1431), 593–602.

Роль миндалевидного тела в формировании условных рефлексов, связанных со страхом

LeDoux, J.E. (2000). Emotion circuits in the brain. *Annual Review of Neuroscience*, 23, 155–184.

Morris, J.S., Ohman, A., & Dolan, R.J. (1998). Conscious and unconscious emotional learning in the human amygdala. *Nature*, 393(6684), 467–470.

Выработка условного рефлекса, связанного со страхом, путем словесных указаний

Phelps, E.A., O'Connor, K.J., Gatenby, J.C., Gore, J.C., Grillon, C., & Davis, M. (2001). Activation of the left amygdala to a cognitive representation of fear. *Nature Neuroscience*, 4(4), 437–441.

Как мозг читает мысли других людей

Frith, C.D., & Frith, U. (1999). Interacting minds – a biological basis. *Science*, 286(5445), 1692–1695.

Greizes, J., Frith, C.D., & Passingham, R.E. (2004a). Inferring false beliefs from the actions of oneself and others: An fMRI study. *Neuroimage*, 21(2), 744–750.

Greizes, J., Frith, C.D., & Passingham, R.E. (2004b). Brain mechanisms for inferring deceit in the actions of others. *Journal of Neuroscience*, 24(24), 5500–5505.

Как шизофреники трактуют голоса, которые они слышат

Chadwick, P., & Birchwood, M. (1994). The omnipotence of voices: A cognitive approach to auditory hallucinations. *British Journal of Psychiatry*, 164(2), 190–201.

Всепоглощающие ощущения, связанные с шизофренией

MacDonald, N. (1960). Living with schizophrenia. *Canadian Medical Association Journal*, 82, 218–221.

Двойной психоз

Sacks, M.H. (1988). Folie a1 deux. *Comprehensive Psychiatry*, 29(3), 270–277.

Трагедия в Джонстауне

Vankin, J., & Whalen, J. (1995). *The 60 Greatest Conspiracies of All Time*. Secaucus, NJ: Carol Publishing Group. Расшифровка последней речи Джима Джонса взята из исследования “Альтер-

нативные соображения о Джонстауне и “Храме народов”), спонсированного отделением религиоведения университета в Сан-Диего (San Diego State University): <http://Jonestown.sdsu.edu/>.

Ощущения Тёрнера во время бури на море

Clark, K. (1960). *Looking at pictures*. New York: Holt, Reinhart & Winston.

Эпилог

Рассказчик и я

Borges, J.L. (1964). Borges and I. In *Labyrinths: Selected stories and other writings* (pp. 246–247). New York: New Directions.¹⁸¹

Средоточие воли у нас в мозгу

Frith, C.D., Friston, K., Liddle, P.F., & Frackowiak, R.S.J. (1991). Willed action and the prefrontal cortex in man – a study with PET. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B – Biological Sciences*, 244(1311), 241–246.

Действие повреждений лобных долей на волевые действия

Shallice, T. (1988). The allocation of processing resources: Higher-level control. In *From neuropsychology to mental structure* (pp. 328–352). Cambridge: Cambridge University Press.

Стремление угодить экспериментатору непредсказуемым поведением

Jahanshahi, M., Jenkins, I.H., Brown, R.G., Marsden, C.D., Passingham, R.E., & Brooks, D.J. (1995). Self-initiated versus externally triggered movements. I: An investigation using measurement of regional cerebral blood flow with PET and movement-related potentials in normal and Parkinson's disease subjects. *Brain*, 118(Pt. 4), 913–933.

Jenkins, I.H., Jahanshahi, M., Jueptner, M., Passingham, R.E., & Brooks, D.J. (2000). Self-initiated versus externally triggered movements. II: The effect of movement predictability on regional cerebral blood flow. *Brain*, 123(Pt. 6), 1216–1228.

Роль экспериментатора в волевых действиях испытуемых

Roepstorff, A., & Frith, C. (2004). What's at the top in the top-down control of action? Script-sharing and “top-top” control of action in cognitive experiments, *Psychological Research*, 68(2–3), 189–198.

Первый эксперимент со сканированием мозга двух взаимодействующих людей

King-Casas, B., Tomlin, D., Anen, C., Camerer, C.F., Quartz, S.R., Montague, P.R. (2005). Getting to know you: Reputation and trust in a two-person economic exchange. *Science*, 308(5718), 78–83.

Избавление от гомункулуса

Monsell, S., & Driver, J. (2000). Banishing the control homunculus. In S. Monsell & J. Driver (Eds.), *Control of cognitive processes: Attention and Performance XVIII* (pp. 3–32). Cambridge, MA: MIT Press.

Как мог возникнуть альтруизм? Групповой отбор

Dawkins, R. (1976). *The selfish gene*. Oxford: Oxford University Press¹⁸².

¹⁸¹ Рассказ Борхеса “Борхес и я” из сборника “Создатель” в русском переводе Б. Дубина см.: <http://lib.ru/BORHES/sozdatel.txt>. – Примеч. перев.

¹⁸² Русский перевод Н. Фоминой: Докинз Р. (1993). *Эгоистичный ген*. М.: Мир, 1993. 318 с. – http://macroevolution.narod.ru/gene/gene_ru.html. – Примеч. перев.

Haldane, J.B.S. (1999). Altruism. In K. Connolly & M. Margaret (Eds.), *Psychologically speaking: A book of quotations 10*. Leicester: BPS Books. оригинал в журнале *New Scientist* от 8 сентября 1974 г.

Как мог возникнуть альтруизм? Альтруистическое наказание

Boyd, R., Gintis, H., Bowles, S., & Richerson, P.J. (2003). The evolution of altruistic punishment. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 100(6), 3531–3535.

Игры “Диктатор” и “Ультиматум”

Henrich, J., Boyd, R., Bowles, S., Camerer, C., Fehr, E., & Gintis, H. (2004). *Foundations of human sociality: Economic experiments and ethnographic evidence from fifteen small-scale societies*. Oxford: Oxford University Press.

Альтруистическое наказание усиливает сотрудничество

Fehr, E., & Gächter, S. (2002). Altruistic punishment in humans. *Nature*, 415(6868), 137–140.

Наказание «безбилетников» вызывает у нас ощущение награды

de Quervain, D.J., Fischbacher, U., Treyer, V., Schellhammer, M., Schnyder, U., Buck, A., & Fehr, E. (2004). The neural basis of altruistic punishment. *Science*, 305(5688), 1254–1258.

Мы не сопереживаем «безбилетникам»

Singer, T., Seymour, B., O’Doherty, J.P., Stephan, K.E., Dolan, R.J., & Frith, C.D. (2006). Empathic neural responses are modulated by the perceived fairness of others. *Nature*, 439(7075), 466–469.

Способность младенцев различать непреднамеренные события и преднамеренные действия

Shultz, T.R., Wells, D., & Sarda, M. (1980). Development of the ability to distinguish intended actions from mistakes, reflexes, and passive movements. *British Journal of Social and Clinical Psychology*, 19(Pt. 4), 301–310.

Мы обучаемся плохому отношению к «безбилетникам»

Singer, T., Kiebel, S.J., Winston, J.S., Dolan, R.J., & Frith, C.D. (2004). Brain responses to the acquired moral status of faces. *Neuron*, 41(4), 653–662.

Источники иллюстраций

Рис. п.1. Коллекция образцов мозга Висконсинского университета в Мэдисоне, 69-314, <http://www.brainmuseum.org>. Фотографии и образцы получены при финансовой поддержке Национального научного фонда, а также Национального института здоровья.

Рис. п.2 Лаборатория функциональной томографии; изображения предоставлены Хлоей Хаттон.

Рис. п.3. Рис. 2 из статьи: Engelien, A., Huber, W., Silbersweig, D., Stern, E., Frith, C.D., Doring, W., Thron, A., & Frackowiak, R.S. (2000). The neural correlates of “deaf-hearing” in man: Conscious sensory awareness enabled by attentional modulation. *Brain*, 123(Pt. 3), 532–545.

Рис. п.4. Рис. 11.2 из книги: Zeki, S. (1993). *A vision of the brain*. Oxford: Blackwell. Рис. Е1-3 из книги: Popper, K.R., & Eccles, J.C. (1977). *The self and its brain*. London: Routledge & Kegan Paul.

Рис. п.6 Лаборатория функциональной томографии; изображения предоставлены Дэвидом Брэдбери.

Рис. п.7 Перерисовано с рис. 1 и 3 из статьи: Stephan, K.M., Fink, G.R., Passingham, R.E., Silbersweig, D., Ceballos-Baumann, A.O., Frith, C.D., Frackowiak, R.S. (1995). Functional anatomy of the mental representation of upper extremity movements in healthy subjects. *Journal of Neurophysiology*, 73(1), 373–386.

Рис. п.8 Перерисовано с рис. 3 из статьи: O’Craven, K.M., & Kanwisher, N. (2000). Mental imagery of faces and places activates corresponding stimulus-specific brain regions. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(6), 1013–1023.

Рис. 1.1 Проф. Уильям Старк, отделение биологии, Университет Сент-Луиса, штат Миссури.

Рис. 1.2 Рис. 3.3 из книги: Zeki, S. (1993). *A vision of the brain*. Oxford, Boston: Blackwell Scientific Publications.

Рис. 1.3 Рис. 3.7 из книги: Zeki, S. (1993). *A vision of the brain*. Oxford, Boston: Blackwell Scientific Publications.

Рис. 1.4 Lashley, K. (1941). Patterns of cerebral integration indicated by scotomas of migraine. *Archives of Neurological Psychiatry*, 46, 331–339.

Рис. 1.5 Положение повреждения: табл. 7, просовывание “письма”: рис. 2.2 из книги: Goodale, M.A. & Milner, A.D. (2004). *Sight unseen*. Oxford: Oxford University Press.

Рис. 1.6 Перерисовано по материалам статьи: Ffytche, D.H., Howard, R.J., Brammer, M.J., David, A., Woodruff, P., & Williams, S. (1998). The anatomy of conscious vision: An fMRI study of visual hallucinations. *Natural Neuroscience*, 1(8), 738–742.

Рис. 1.7 Пациент 2 (стр. 613) из статьи: Penfield W., & Perot, P. (1963). The brain's record of auditory and visual experience. *Brain*, 86(Pt. 4), 595–696.

Рис. 1.8 Рисунок Жана Кокто.

Рис. 2.2 Рон Ренсинк, отделение психологии, Университет Британской Колумбии.

Рис. 2.3 Лица из книги: Ekman, P., & Friesen, W.V. (1976). *Pictures of facial affect*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.

Рис. 2.4. Whalen, P.J., Rauch, S.L., Etcoff, N.L., McInerney, S.C., Lee, M.B., & Jenike, M.A. (1998). Masked presentations of emotional facial expressions modulate amygdala activity without explicit knowledge. *Journal of Neuroscience*, 18(1), 411–418 (рис. 2); лица из книги: Ekman, P., & Friesen, W.V. (1976). *Pictures of facial affect*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.

Рис. 2.5. Перерисовано по материалам статьи: Beck, D.M., Rees, G., Frith, C.D., & Lavie, N. (2001). Neural correlates of change detection and change blindness. *Nature Neuroscience*, 4(6), 645–656.

Рис. 2.8. Wittreich, W.J. (1959). Visual perception and personality, *Scientific American*, 200(4), 56–60 (58). Фотография предоставлена Уильямом Вандивертом.

Рис. 3.2. Перерисовано с рис. 1с из статьи: Obayashi, S., Suhara, T., Kawabe, K., Okauchi, T., Maeda, J., Akine, Y., Оное, Н., & Iriki, A. (2001). Functional brain mapping of monkey tool use. *Neuroimage*, 14(4), 853–861.

Рис. 3.3. По материалам статьи: Fourneret, P., & Jeannerod, M. (1998). Limited conscious monitoring of motor performance in normal subjects. *Neuropsychologia*, 36(11), 1133–1140.

Рис. 3.4. По материалам статьи: Libet, B., Gleason, C.A., Wright, E.W., & Pearl, D.K. (1983). Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness potential): The unconscious initiation of a freely voluntary act. *Brain*, 106 (Pt. 3), 623–642.

Рис. 3.5. По материалам статьи: Bridgeman, B., Peery, S., & Anand, S. (1997). Interaction of cognitive and sensorimotor maps of visual space. *Perception and Psychophysics*, 59(3), 456–469.

Рис. 3.6. Wright, Halligan & Kew, Wellcome Trust Sci Art Project, 1997.

Рис. 3.7. Перерисовано с изменениями из статьи: D.J. McGonigle, *The body in question: Phantom phenomena and the view from within* (<http://www.artbrain.org/the-body-in-question-phantom-phenomena-and-the-view-from-within/>).

Рис. 3.8. Рис. 2 из статьи: Halligan, P.W., Marshall, J.C., Wade, D.T., Davey, J., & Morrison, D. (1993). Thumb in cheek? Sensory reorganization and perceptual plasticity after limb amputation. *Neuroreport*, 4(3), 233–236.

Рис. 3.9. Рис. 2 из статьи: Hari, R., Hanninen, R., Makinen, T., Jousmaki, V., Forss, N., Seppa, M., & Salonen, O. (1998). Three hands: Fragmentation of human bodily awareness. *Neuroscience Letters*, 240(3), 131–134.

Рис. 4.4. Рис. 3 из статьи: Schultz, W. (2001). Reward signaling by dopamine neurons. *Neuroscientist*, 7(4), 293–302.

Рис. 4.5. Перерисовано с изменениями из материалов доклада: Bugmann, G. (1996, March 26–28). Value maps for planning and learning implemented in cellular automata. Proceedings of the 2nd International conference on adaptive computing in engineering design and control (ACEDC'96), Plymouth (pp. 307–309).

Рис. 4.6. Перерисовано из статьи: Castiello, U. (2005). The neuroscience of grasping. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(9), 726–736.

Рис. 4.7. По рисункам, переданным Сарой-Джейн Блейкмор, основанным на материалах статьи: Blakemore, S.J., Wolpert, D.M., & Frith, C.D. (1990) Central cancellation of self-produced tickle sensation. *Nature Neuroscience*, 1(7), 635–640.

Рис. 4.8. Мауриц Эшер “Рука с отражающей сферой” (1935), литография.

Рис. 5.1. Рис. 117, “Coupe transversale du tubercule quadrijumeau anterieur; lapin vege2 de 8 jours, Methode de Golgi”, из книги: Cajal, S.R. y. (1901). *The great unraveled knot*. От Уильяма Холла, отделение нейробиологии, Медицинский центр Университета Дьюка.

Рис. 5.2. Из статьи: Livingstone, M.S. (2000). Is it warm? Is it real? Or just low spatial frequency? *Science*, 290(5495), 1299.

Рис. 5.5. Фото профессора Тони О’Хагана из Шеффилдского университета.

Рис. 5.6. Gesner, C. (1551). *Historia animalium libri I–IV. Cum iconibus. Lib. I. De quadrupedibus iuuiparis*. Zurich: C. Froschauer.

Рис. 5.8. Профессор Ричард Грегори (Richard Gregory), отделение экспериментальной психологии, Бристольский университет.

Рис. 5.10. Куб Неккера: Necker, L.A. (1832). Observations on some remarkable optical phenomena seen in Switzerland; and on an optical phenomenon which occurs on viewing a figure of a crystal or geometrical solid. *The London and Edinburgh Philosophical Magazine and Journal of Science*, 1(5), 329–337. Чаша/лица (фигура Рубина): Rubin, E. (1958). Figure and ground. In D. Beardslee & M. Wertheimer (Ed. and Trans.), *Readings in perception* (pp. 35–101). Princeton, NJ: Van Nostrand. (Оригинал опубликован в 1915 году.) Жена/теща: Boring, E.G. (1930). A new ambiguous figure. *American Journal of Psychology*, 42(3), 444–445. Оригинал был нарисован известным карикатуристом Уильямом Хиллом и опубликован в журнале *Puck* за 6 ноября 1915 года.

Рис. 6.2. Перерисовано с рис. 1 и 3 из статьи: Gergely, G., Nadasdy, Z., Csibra, G., & Biro, S. (1995). Taking the intentional stance at 12 months of age. *Cognition*, 56(2), 165–193.

Рис. 6.3. Рис. 1b и опыт с Ларри из статьи: Lee, K., Eskritt, M., Symons, L.A., & Muir, D. (1998). Children’s use of triadic eye gaze information for “mind reading.” *Developmental Psychology*, 34(3), 525–539.

Рис. 6.4. Часть рис. 2 из статьи: Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., & Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, 3(2), 131–141.

Рис. 6.5. Рис. 1 из статьи: Bekkering, H., Wohlschläger, A., & Gattis, M. (2000). Imitation of gestures in children is goal-directed. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, section A*, 53(1), 153–164.

Рис. 6.6. Рис. 1 из статьи: Gergely G., Bekkering, H., & Kiraly, I. (2002). Rational imitation in preverbal infants. *Nature*, 415(6873), 755.

Рис. 6.7. Рис. 1 и 2 из статьи: Kilner, J.M., Paulignan, Y., & Blakemore, S.J. (2003). An interference effect of observed biological movement on action. *Current Biology*, 13(6), 522–525.

Рис. 6.8 Рис. 2 и 3 из статьи: Singer, T., Seymour, B., O’Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R.J., & Frith, C.D. (2004). Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science*, 303(5661), 1157–1162.

Рис. 6.9 Иллюстрация по материалам статьи: Haggard, P., Clark, S., & Kalogeras, J. (2002). Voluntary action and conscious awareness. *Nature Neuroscience*, 5(4), 382–385.

Рис. 7.2. Перерисовано из статьи: Knoblich, G., Seigerschmidt, E., Flach, R., & Prinz, W. (2002). Authorship effects in the prediction of handwriting strokes: Evidence for action simulation during action perception. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, Section A*, 55(3), 1027–1046.

Рис. 7.3. Рис. 1с из статьи: Burnham, D., Kitamura, C., & Vollmer-Conna, U. (2002). What’s new pussy cat? On talking to babies and animals. *Science*, 296(5572), 1435.

Рис. 7.5. Рис. 1 и рис. 2а из статьи: Morris, J.S., Ohman, A., & Dolan, R.J. (1998). Conscious and unconscious emotional learning in the human amygdala. *Nature*, 393(6684), 467–470. Изображения лиц из книги: Ekman, P., & Friesen, W.V. (1976). *Pictures of facial affect*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.

Рис. 7.6 Рис. 1 из статьи: Grelles, J., Frith, C.D., & Passingham, R.E. (2004a). Inferring false beliefs from the actions of oneself and others: An fMRI study. *Neuroimage*, 21(2), 744–750; данные автора из статей: там же и Grelles, Frith, C.D., & Passingham, R.E. (2004b). Brain mechanisms for inferring deceit in the actions of others. *Journal of Neuroscience*, 24(24), 5500–5505.

Рис. э.1 По материалам статьи: Frith, C.D., Friston, K., Liddle, P.F., & Frackowiak, R.S.J. (1991). Willed action and the prefrontal cortex in man – a study with PET. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B – Biological Sciences*, 244(1311), 241–246.

Рис. э.4. Иллюстрация по материалам статьи: Fehr, E., & Gächter, S. (2002). Altruistic punishment in humans. *Nature*, 415(6868), 137–140.