

*Книга посвящается моей любящей жене Сицзуэ
и моим дочерям Мишель и Элисон*

DR. MICHIO KAKU

PROFESSOR OF THEORETICAL PHYSICS
CITY UNIVERSITY OF NEW YORK

THE FUTURE OF THE MIND

THE SCIENTIFIC QUEST TO UNDERSTAND,
ENHANCE, AND EMPOWER THE MIND



DOUBLEDAY
NEW YORK LONDON TORONTO
SYDNEY AUCKLAND

ДОКТОР МИТИО КАКУ

ПРОФЕССОР ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ,
ГОРОДСКОЙ УНИВЕРСИТЕТ НЬЮ-ЙОРКА

БУДУЩЕЕ РАЗУМА

Перевод с английского



Москва
2015

УДК 159.922
ББК 88.23
К16

Переводчик Наталья Лисова
Научный редактор Константин Томс

Каку М.
К16 Будущее разума / Митио Каку ; Пер. с англ. — М.: Альпина нон-фикшн, 2015. — 502 с.

ISBN 978-5-91671-369-5

Прямое мысленное общение с компьютером, телекинез, имплантация новых навыков непосредственно в мозг, видеозапись образов, воспоминаний и снов, телепатия, аватары и суррогаты как помощники человечества, экзоскелеты, управляемые мыслью, и искусственный интеллект. Это все наше недалекое будущее. В ближайшие десятилетия мы научимся форсировать свой интеллект при помощи генной терапии, лекарств и магнитных приборов. Наука в этом направлении развивается стремительно. Изменится характер работы и общения в социальных сетях, процесс обучения и в целом человеческое развитие. Будут побеждены многие неизлечимые болезни, мы станем другими. Готов ли наш разум к будущему? Что там его ждет? На эти вопросы, опираясь на последние исследования в области нейробиологии и физики, отвечает Митио Каку, футуролог, популяризатор науки и автор научно-популярных бестселлеров.

УДК 159.922
ББК 88.23

Все права защищены. Никакая часть 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, а также запись в память ЭВМ для частного или публичного использования, без письменного разрешения владельца авторских прав. По вопросу организации доступа к электронной библиотеке издательства обращайтесь по адресу lib@alpina.ru.

ISBN 978-5-91671-369-5 (рус.)
ISBN 978-0-385-53082-8 (англ.)

© Michio Kaku, 2014
© Издание на русском языке, перевод, оформление. ООО «Альпина нон-фикшн», 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 7

КНИГА I: РАЗУМ И СОЗНАНИЕ

1 Раскрытие разума 25
2 Сознание с точки зрения физика 63

КНИГА II: СОЗНАНИЕ ПРЕВЫШЕ МАТЕРИИ

3 Телепатия. Скажи мне, что ты думаешь 93
4 Телекинез. Сознание управляет материей 117
5 Воспоминания и мысли на заказ 151
6 Мозг Эйнштейна
и повышение интеллекта 187


КНИГА III: ИЗМЕНЕННОЕ СОЗНАНИЕ

7 В ваших сновидениях 239
8 Можно ли контролировать сознание? 255
9 Измененные состояния сознания 275
10 Искусственный разум
и кремниевое сознание 303
11 Обратная разработка мозга 353
12 Будущее. Сознание помимо материи 373
13 Разум как чистая энергия 399
14 Инопланетный разум 415
15 Последние замечания 445

6 БУДУЩЕЕ РАЗУМА

Приложение.....	461
Библиография.....	480
Об авторе	483
Благодарности	484
Предметный указатель.....	495

ВВЕДЕНИЕ

ве величайшие загадки природы — разум и Вселенная. С помощью современной техники мы можем фотографировать галактики, находящиеся за миллиарды световых лет от Солнечной системы, манипулировать генами, которые полностью определяют жизнь, и зондировать глубины атома, но разум и Вселенная по-прежнему не даются, ускользают и дразнят нас. Это самые загадочные и захватывающие из всех известных науке рубежей.

Чтобы оценить и почувствовать величие Вселенной, просто выйдите ночью на улицу и обратите взор к небесам, сияющим мириадами звезд. С того мгновения, когда кто-то из наших предков обратил внимание на великолепие звездного неба, мы не устаем искать ответы на вечные вопросы: откуда это все взялось? Что это все значит?

Чтобы обратиться к загадке разума, человеку достаточно посмотреть в зеркало и спросить себя: что там, в моей голове? Дальше возникают новые вопросы: есть ли у людей душа? Что происходит с нами после смерти? Вообще, что такое это «Я», откуда оно берется? А это приводит нас к самому главному, самому важному вопросу: какое место человек занимает в великом космическом порядке вещей? Как сказал однажды знаменитый биолог Викторианской эпохи Томас Гексли: «Вопрос вопросов для человечества, загадка, лежащая в основе всех остальных и более интересная, чем любая другая, —

это вопрос определения места человека в Природе и его отношения к Космосу».

В нашей Галактике 100 млрд звезд, и примерно столько же нейронов в головном мозге человека. Чтобы отыскать объект настолько же сложный*, как тот, что находится у нас на плечах, придется преодолеть 40 трлн км до ближайшей звезды за пределами Солнечной системы. Разум и Вселенная представляют собой величайший научный вызов, но этого мало: их связывают странные отношения. Можно сказать, что эти понятия строго противоположны. Вселенная соотносится с бесконечностью внешнего пространства, где есть черные дыры, взрывающиеся звезды и сталкивающиеся галактики. А разум — с внутренним пространством души, где таятся наши надежды и сокровенные желания. Он находится от нас на расстоянии наших мыслей, но мы часто теряемся и не в состоянии описать и объяснить его.

Но, несмотря на такую противоположность, у них много общего. В том числе и то, что с незапамятных времен с ними связаны различные суеверия. Астрологи и френологи** утверж-

* Чтобы убедиться в этом, определим «сложность» через общее количество хранимой информации. Ближайшим соперником нашего мозга может считаться ДНК, т. е. информация, в ней содержащаяся. В нашей ДНК три миллиарда пар оснований, причем каждая из них содержит один из четырех нуклеотидов (обозначаемых как А, Т, С, G). Таким образом, полное количество информации, которое может содержаться в ДНК человека, равно четырем в степени три миллиарда. Но мозг с его 100 млрд нейронов, каждый из которых может либо сработать, либо нет, вмещает гораздо больше информации. Следовательно, у мозга существует два в степени 100 млрд возможных начальных состояний. Но ДНК статична, а состояние мозга меняется каждые несколько миллисекунд. Простая мысль может включать в себя около 100 поколений нейронных срабатываний. Следовательно, два в степени 100 млрд нужно возвести еще в сотую степень (число последовательных срабатываний в одной мысли). Но нейроны мозга работают постоянно, днем и ночью, так что количество мыслей, способных уместиться в N поколений, составляет два в степени 100 млрд в степени N — поистине астрономическое число. Таким образом, количество информации, которую может вместить человеческий мозг, намного превышает количество информации, содержащееся в ДНК. Более того, наш мозг — самое емкое хранилище информации в Солнечной системе и, возможно, в нашем секторе Галактики. — *Прим. авт.*

** Френолог — специалист по френологии — науке, согласно которой характер и способности человека обусловлены строением его черепа. — *Прим. ред.*

дают, что видят смысл в каждом зодиакальном созвездии и в каждой шишке на черепе человека. Телепатов и провидцев то превозносят до небес, то очерняют и втоптывают в грязь.

Вселенная и разум постоянно пересекаются, не в последнюю очередь благодаря шокирующей информации, которую преподносит нам научная фантастика. Ребенком я нередко представлял себя слэном — членом расы телепатов, созданной воображением Альфреда Ван Вогта. Меня поражало, как мутант по имени Мул при помощи мощного внушения чуть не захватил власть в Галактической империи из трилогии Айзека Азимова «Основание». А в фильме «Запретная планета» цивилизация, по развитию на миллионы лет обогнавшая нашу, сумела направить громадные силы телекинеза и телепатии на преобразование внешнего мира в соответствии с своими желаниями и прихотями.

Когда мне было лет десять, на телеэкранах появился «Удивительный Дуннингер», завораживавший аудиторию магическими трюками. Его девизом было: «Тем, кто верит, объяснения не нужны; тем, кто не верит, объяснять бесполезно». Однажды он заявил, что передаст свою мысль миллионам людей по всей стране. Он закрыл глаза и сконцентрировался, пояснив предварительно, что назовет одного из президентов США. А затем попросил зрителей записать имя, пришедшее им в голову, на открытке и прислать ему. На следующей неделе он торжественно объявил о получении тысяч открыток со словом «Рузвельт» — тем самым, которое он «транслировал» в эфир.

На меня это не произвело впечатления. В те годы имя Рузвельта было популярно у жителей США, переживших Великую депрессию и Вторую мировую войну, о нем вспоминали почти по любому поводу, так что ничего удивительного в полученном результате не было. (Я тогда еще подумал, что подобный опыт был бы по-настоящему интересен, если бы он задумал имя Милларда Филлмора*).

* Тринадцатый президент США. — Прим. ред.

Тем не менее выступления Дуннингера распалили мое воображение, и я начал экспериментировать. Я пытался читать чужие мысли; закрыв глаза и сосредоточившись изо всех сил, «вслушивался» в мысли людей или пытался силой мысли двигать предметы по комнате.

У меня ничего не получилось.

Я решил, что если где-то на земле и существуют телепаты, то я к ним определенно не принадлежу. Кроме того, я начал понимать, что чудеса, демонстрируемые телепатами, скорее всего, не могут быть реализованы, по крайней мере без посторонней помощи. Мало того. В последовавшие за этим годы я постепенно усвоил еще один урок: чтобы проникать в величайшие тайны Вселенной, не обязательно обладать телепатическими или сверхъестественными способностями. Нужно всего лишь иметь открытый, упорный и любознательный ум. В частности, чтобы разобраться, можно ли воплотить в реальности замечательные устройства, описанные в фантастических романах, нужно глубоко изучать физику. Чтобы уяснить, в какой момент возможное становится невозможным, нужно уважать и понимать законы природы.

Именно эти две страсти подхлестывали всю жизнь мое воображение: мне хотелось понять фундаментальные законы природы и представить, как изменится в будущем жизнь людей под влиянием науки. Чтобы проиллюстрировать то и другое и поделиться радостью познания, я написал книги «Гиперпространство», «После Эйнштейна» и «Параллельные миры». А мой горячий интерес к будущему выразился в книгах «Прогнозы», «Физика невозможного» и «Физика будущего». В ходе работы над ними я постоянно сталкивался с тем фактом, что разум человека по-прежнему является одной из величайших загадок нашего мира.

В самом деле, на протяжении большей части истории мира люди были не в состоянии понять, что такое мозг и как он устроен. Так, древние египтяне, при всем великолепии их достижений в искусствах и науках, считали мозг бесполезным органом и попросту выбрасывали его при бальзамировании

умерших. Аристотель был убежден, что душа обитает в сердце, а не в мозгу, и единственная функция мозга — обеспечивать охлаждение сердечно-сосудистой системы. Другие, в том числе и Декарт, считали, что душа проникает в тело через крохотную шишковидную железу в мозгу (эпифиз). Однако при отсутствии каких бы то ни было достоверных данных доказать ни одну из этих теорий было невозможно.

Невежество в этой области сохранялось не одну тысячу лет, и не без причины. Человеческий мозг весит около полутора килограммов, и тем не менее это самый сложный объект в Солнечной системе. Составляя около 2% веса тела, мозг обладает невероятным аппетитом и потребляет не менее 20% нашей энергии (у новорожденных этот показатель достигает 65%); при этом не менее 80% наших генов содержат информацию о мозге и для мозга. Согласно оценкам, наш мозг содержит 100 млрд нейронов и соответствующее количество нервных связей и проводящих путей.

В 1977 г. астроном Карл Саган написал книгу «Драконы Эдема», удостоенную Пулитцеровской премии, в которую было включено все, что на тот момент было известно о мозге. Книга отражала современное состояние нейробиологии — науки, которая в то время опиралась, по существу, на три основных источника. Первым источником было сравнение человеческого мозга с мозгом животных — трудоемкая и утомительная работа, предусматривавшая препарирование мозга тысяч различных тел. Вторым источником был косвенный метод: анализ последствий травм и болезней, в результате которых люди часто демонстрируют необычное поведение. При этом только в ходе вскрытия после смерти можно было выявить, какая именно часть мозга была повреждена. И наконец, третий источник — зондирование мозга при помощи электродов, позволявшее ученым потихоньку (очень медленно и болезненно) разбираться, какая часть мозга за что отвечает.

Ни один из инструментов нейробиологии не позволял исследовать мозг систематически. Невозможно было заказать жерт-

ву несчастного случая с повреждениями в конкретной области мозга, которую вам хотелось исследовать. Мозг — живая динамичная система, и посмертное вскрытие часто не позволяет узнать самое интересное — как различные области мозга взаимодействуют между собой, не говоря уж о том, как в них рождаются мысли и такие чувства, как любовь, ненависть, ревность и любопытство.

РЕВОЛЮЦИИ-БЛИЗНЕЦЫ

Четыреста лет назад был изобретен телескоп, и буквально на следующий день этот новый чудесный инструмент позволил ученым заглянуть в сердце небесных тел. Его можно назвать одним из наиболее революционных инструментов всех времен. С его помощью люди на деле убедились в ошибочности мифов и догм прошлого — они улетучились, как утренний туман. Луна, вместо того чтобы служить совершенным образцом божественной мудрости, явила изрезанную кратерами поверхность; Юпитер оказался обладателем собственных лун; у Венеры обнаружили фазы, а у Сатурна — кольца. За 15 лет после изобретения телескопа человек узнал о Вселенной больше, чем за всю предыдущую историю человечества.

Подобно изобретению телескопа, появление в середине 1990–2000-х гг. аппаратов МРТ и еще нескольких методов сканирования мозга полностью преобразило нейробиологию. За те же 15 лет мы и о мозге узнали больше, чем за все наше существование, и разум, прежде считавшийся непознаваемым, наконец выходит на авансцену.

Нобелевский лауреат Эрик Кандел из Института Макса Планка в Тюбингене (Германия) пишет: «Самые ценные озарения, связанные с проникновением в человеческое сознание, в этот период времени исходят отнюдь не из тех дисциплин, которые традиционно занимались сознанием, — философии, психологии или психоанализа. Нет, они исходят из соединения этих дисциплин с биологией мозга...»

Решающую роль в этих достижениях сыграли физики; именно они обеспечили ученых целым набором новых инструментов, получивших названия МРТ (магнитно-резонансная томография), ЭЭГ (электроэнцефалография), ПЭТ (позитронно-эмиссионная томография), КТ (компьютерная томография), ГСМ (глубокая стимуляция мозга), ТЭС (транскраниальное электромагнитное сканирование), нейростимуляция и др., которые кардинально изменили процесс исследования мозга. Внезапно мы получили возможность видеть при помощи этих аппаратов движение мыслей в живом работающем мозге. Как заметил нейробиолог Вилейанур Рамачандран из Калифорнийского университета в Сан-Диего, «все то, чем философы занимались на протяжении тысячелетий, мы, ученые, можем теперь исследовать напрямую, сканируя мозг, изучая пациентов и задавая нужные вопросы».

Оглядываясь назад, могу сказать, что уже первые робкие мои путешествия в мир физики пересекались с теми технологиями, которые сегодня позволяют исследовать разум. В старших классах школы, к примеру, я познакомился с новой для себя формой вещества, известной как антивещество, и решил провести небольшой эксперимент. Поскольку речь шла об одном из самых экзотических элементов на земле, то за получением крохотного количества натрия-22 — вещества, испускающего положительно заряженные электроны (позитроны), мне пришлось обратиться в Комиссию по атомной энергии. Получив на руки небольшой образец, я смог построить камеру Вильсона и поместить ее в мощное магнитное поле, что позволило мне фотографировать следы конденсированного пара, оставленные частицами антивещества. Тогда я этого не знал, но прошло немного времени, и натрий-22 нашел применение в новой технологии, получившей название ПЭТ (позитронно-эмиссионная томография) и позволившей ученым узнать поразительные вещи о процессе мышления.

Еще одной технологией, с которой я экспериментировал в школьные годы, был магнитный резонанс. Я присутство-

вал на лекции Феликса Блоха из Стэнфордского университета, получившего в 1952 г. вместе с Эдвардом Пёрселлом Нобелевскую премию по физике за открытие ядерного магнитного резонанса. Доктор Блох объяснил нам, школьникам, что в мощном магнитном поле атомы выстраиваются по силовым линиям, как стрелки компаса. Направив на них радиоимпульс определенной (резонансной) частоты, можно заставить их повернуться в конкретном направлении; а потом, разворачиваясь обратно, они выдадут импульс, напоминающий эхо, что позволит исследователям идентифицировать эти атомы. (Позже я использовал принцип магнитного резонанса при сооружении в мамином гараже ускорителя частиц на 2,3 МэВ.)

Года два спустя на младших курсах Гарвардского университета я имел честь изучать электродинамику под руководством доктора Пёрселла. Примерно в тот же период мне повезло устроиться на лето в лабораторию к доктору Ричарду Эрнсту, который пытался обобщить работы Блоха и Пёрселла по магнитному резонансу. Результаты оказались весьма впечатляющими, и много позже, в 1991 г., Эрнст получил Нобелевскую премию по физике за то, что заложил основы МРТ (магнитно-резонансной томографии). Этот метод позволил сделать фотографии живого мозга, еще более детальные, чем ПЭТ-сканирование.

ПОВЫШАЯ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗУМА

Время шло, я стал профессором теоретической физики, но не утратил горячего интереса к разуму и сознанию. Удивительно наблюдать, как всего за одно десятилетие открытия в физике сделали реальностью некоторые ментальные достижения, так завораживавшие меня в детстве. Сегодня ученые при помощи МРТ-сканера могут отслеживать возникновение мысли в мозгу. Кроме того, они могут вживить в мозг полностью парализованного человека чип и подсоединить его к компьютеру, в результате пациент силой мысли сможет

путешествовать по Интернету, читать и писать электронные сообщения, играть в видеоигры, управлять креслом, бытовыми приборами и механическими руками. В принципе, этот пациент может делать все то, что делает обычный человек, но при помощи компьютера.

Ученые идут дальше, подсоединяя мозг к экзоскелету, который такие пациенты могли бы надевать на свои парализованные конечности. Не исключено, что придет время, когда полностью парализованный человек сможет вести почти нормальную жизнь. Кроме того, экзоскелеты, возможно, обеспечат нам сверхспособности, позволяющие выжить в смертельно опасных ситуациях. Может быть, когда-нибудь наши астронавты будут исследовать далекие планеты, мысленно управляя механическими суррогатами и находясь при этом в комфортных земных условиях, чуть ли не у себя дома.

Не исключено, что когда-нибудь мы научимся, как в фильме «Матрица», записывать в мозг воспоминания, осваивая таким образом новые навыки. В экспериментах на животных ученым уже удалось кое-что сделать. Возможно, это лишь вопрос времени, и мы сможем записывать в мозг знания, изучая таким образом науку, знакомясь с новыми местами и осваивая новые увлечения. А если мы научимся записывать в мозг рабочих и ученых технические навыки, это, возможно, скажется и на мировой экономике. Не исключено, что мы сможем даже делиться воспоминаниями друг с другом. Может быть, когда-нибудь ученые создадут «Интернет разума», или мозговую сеть, с помощью которой мысли и эмоции будут рассылаться по всему миру. Даже сны можно будет записывать и затем отсылать «мозгопочтой» по сети.

Не исключено, что техника позволит расширить наши интеллектуальные возможности. Достигнут немалый успех в исследовании мышления гениев, чьи ментальные, артистические и математические способности поистине поразительны. Мало того, ведется секвенирование генов, отличающих нас от человекообразных обезьян; результат даст нам возможность

заглянуть в историю эволюции мозга. У животных уже выделены гены, способные улучшить память и повысить интеллектуальные возможности.

Интерес к открытиям и перспективы нейробиологии настолько громадны, что привлекают уже внимание политиков. Более того, наука о мозге неожиданно стала источником трансатлантического соревнования величайших экономических гигантов планеты. В январе 2013 г. президент США Обама и Европейский союз объявили о старте двух независимых проектов инженерного реконструирования мозга, которые со временем могут получить многомиллиардное финансирование. Расшифровка сложнейшей нейронной сети мозга, совершенно недоступная, как когда-то считалось, на современном уровне науки, стала целью двух глобальных проектов, сравнимых с проектом расшифровки генома человека и способных, подобно ему, кардинально изменить науку и медицину. В случае успеха эти работы не только дадут нам возможность заглянуть в глубины мозга, но и послужат толчком для создания новых отраслей промышленности, подхлестнут экономическую активность и откроют новые горизонты в нейробиологии.

Мне представляется, что, когда нейронные связи мозга будут наконец расшифрованы, станут понятны истоки психических заболеваний, и, может быть, человечеству удастся найти лекарство от этих древних недугов. Кроме того, такая расшифровка откроет возможности для копирования разума, что, безусловно, поставит перед нами новые философские и этические вопросы. Кто мы, если наше сознание можно загрузить в компьютер? Можно будет также поиграть с концепцией бессмертия. Тело человека со временем стареет и умирает, но не может ли сознание жить вечно?

Кто знает, может быть, в отдаленном будущем разум освободится от телесных оков и научится путешествовать среди звезд, как считают некоторые ученые. Например, через несколько столетий появится возможность скопировать нейронный образ человека и отправить его по лазерному лучу в дальний космос;

не исключено, что это окажется наиболее эффективным способом исследования Галактики.

В настоящее время открываются небывалые возможности для научных исследований, способных изменить судьбу человечества. Начинается золотой век нейробиологии.

Делая подобные предсказания, я заручился бесценной помощью ученых, которые любезно согласились беседовать со мной, разрешили брать у них интервью, рассказывать об их идеях по радио и даже приводить съемочную группу прямо в лаборатории. Именно эти ученые закладывают сегодня фундамент будущего развития разума. Для включения их идей в книгу у меня было всего два условия: (1) их предсказания не должны противоречить законам природы и (2) для всех идей должны существовать прототипы, доказывающие принципиальную возможность их реализации.

ЗАТРОНУТЫЕ ДУШЕВНОЙ БОЛЕЗНЬЮ

Я когда-то написал биографию Альберта Эйнштейна, назвав ее «Космос Эйнштейна». В ходе работы над книгой мне, естественно, пришлось познакомиться с подробностями его личной жизни. Я и ранее знал, что младший сын Эйнштейна страдал шизофренией, но не понимал, какую огромную эмоциональную нагрузку это накладывало на великого ученого. Самого Эйнштейна проблемы с психикой тоже коснулись, но иначе. Жизнь одного из ближайших коллег Эйнштейна — физика Пауля Эренфеста, помогавшего ему в работе над общей теорией относительности, — закончилась трагически: после нескольких приступов депрессии Эренфест убил собственного сына (мальчик страдал синдромом Дауна) и покончил с собой. С годами я обнаружил, что многие из моих коллег и друзей тоже вынуждены были как-то справляться с психическими расстройствами в своих семьях.

Психическое заболевание глубоко повлияло и на мою жизнь. Несколько лет назад после долгой и безуспешной борьбы

с болезнью Альцгеймера умерла моя мама. Видеть, как постепенно уходят из ее памяти воспоминания о близких, смотреть в родные глаза и понимать, что она не осознает, кто перед ней, было невероятно тяжело. На протяжении нескольких лет я наблюдал, как постепенно гаснет огонек разума в маминих глазах. Всю жизнь она тяжело трудилась, поднимая детей, а в конце, вместо того чтобы наслаждаться заслуженным отдыхом, была, по существу, ограблена и лишена всех дорогих воспоминаний.

Дети беби-бума стареют, и грустные переживания, выпавшие на долю многих, повторяются и будут повторяться. Мне бы очень хотелось, чтобы стремительное развитие нейробиологии когда-нибудь облегчило страдания всех, кого так или иначе коснулись болезни психики и слабоумие.

В ЧЕМ ДВИЖУЩАЯ СИЛА ЭТОЙ РЕВОЛЮЦИИ?

Сегодня данные, собранные в ходе исследования мозга, потихоньку расшифровываются и систематизируются, и достижения поразительны. Несколько раз в год газетные заголовки разносят по миру весть об очередном революционном открытии. От изобретения телескопа до начала космической эры прошло 350 лет, а вот от появления МРТ и других технологий сканирования мозга до непосредственного активного соединения мозга с внешним миром — всего пятнадцать. Почему так быстро и что будет дальше?

Отчасти этот стремительный прогресс объясняется тем, что физики сегодня неплохо понимают электромагнетизм, который управляет передающимися по нейронам электрическими сигналами. Краеугольным камнем МРТ-технологий являются математические уравнения Максвелла, используемые для физических расчетов антенн, радаров и радиоприемников. Потребовались столетия, чтобы окончательно разрешить все вопросы электромагнетизма, но сегодня нейробиология может в полной мере пользоваться плодами этого великого

достижения. В книге I я расскажу об истории мозга и объясню, как плеяда новых инструментов вышла из физических лабораторий и подарила нам цветные картинки, отражающие работу мысли. Поскольку сознание играет в любом обсуждении разума центральную роль, я приведу также точку зрения физика и предложу определение сознания, относящееся, в частности, и к другим представителям животного мира. По сути, я проведу классификацию и покажу, как можно численно охарактеризовать различные типы сознания.

Но если мы хотим получить полный ответ на вопрос о том, как будет дальше развиваться эта технология, нам придется привлечь еще и закон Мура, который утверждает, что мощность компьютеров удваивается каждые два года. Я часто удивляю собеседников одним простым фактом: сегодня средний сотовый телефон располагает большими компьютерными возможностями, чем всё NASA в 1969 г., когда американские астронавты высадились на Луну. В настоящее время компьютеры обладают достаточной мощностью, чтобы записать испускаемые мозгом электрические сигналы и частично расшифровать их, переведя на привычный цифровой язык. Таким образом, мозг получает возможность напрямую взаимодействовать с компьютерами и контролировать любые объекты. Эта быстро растущая область исследований получила название нейрокомпьютерного интерфейса (НКИ), и ключевым элементом в ней является компьютер. В книге II я расскажу об этой новой технологии, которая делает возможными запись воспоминаний, чтение мыслей, видеозапись снов и телекинез.

В книге III я исследую альтернативные формы сознания — от снов, наркотиков и психических расстройств до роботов и космических пришельцев. Речь пойдет и о потенциальных возможностях управления мозгом в борьбе с такими заболеваниями, как депрессия, болезнь Паркинсона, синдром Альцгеймера и др. Я расскажу подробнее о проекте BRAIN (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies), объявленном президентом Обамой, и о проекте Human Brain Project Европей-

ского союза, в ходе которых, вероятно, миллиарды долларов будут потрачены на изучение того, как работает мозг на самых разных уровнях вплоть до нейронного. Эти две программы, несомненно, представят нам совершенно новые области исследования, раскроют глубочайшие тайны сознания и обеспечат нас новыми способами лечения психических заболеваний.

После того как мы дадим определение сознания, мы сможем использовать его при рассмотрении различных типов нечеловеческого разума (к примеру, роботов). Насколько продвинутыми могут стать роботы? Могут ли у них появиться эмоции? Будут ли они представлять опасность? Можно будет поговорить и о сознании инопланетных пришельцев, цели которых, вполне вероятно, в корне отличны от наших.

В приложении я предлагаю обсудить самую странную, может быть, из научных идей: концепцию, которая берет начало в квантовой физике и согласно которой сознание, возможно, представляет собой основу реальности.

Предположений в этой области высказано вполне достаточно. Только время покажет, какие из них можно считать наркотическим бредом, порожденным перегретым воображением писателей-фантастов, а какие показывают реальные направления будущих научных исследований. Прогресс в нейробиологии движется семимильными шагами, а ключевым фактором здесь выступает современная физика — именно она позволяет в полную силу использовать электромагнитные и ядерные силы для исследования великих тайн, скрытых до поры в нашем мозгу.

Мне хотелось бы лишний раз напомнить читателям, что я не нейробиолог. Я — физик-теоретик, давно интересующийся вопросами сознания. Мне кажется, позиция физика дает дополнительные преимущества, помогает обогатить наши знания и представить свежий взгляд на самый известный и в то же время самый загадочный объект во Вселенной: наш разум.

Однако, учитывая головокружительные темпы появления и развития радикально новых концепций, очень важно иметь твердое представление о том, как устроен мозг.

Поэтому давайте для начала поговорим об истоках современной нейробиологии, которая, по мнению некоторых историков, возникла в тот момент, когда железный штырь насквозь пронзил мозг некоего Финеаса Гейджа. Это судьбоносное событие запустило настоящую цепную реакцию и помогло открыть мозг для серьезных научных исследований. Для самого мистера Гейджа это событие было, конечно, весьма прискорбным, но современная наука однозначно выиграла.

КНИГА I РАЗУМ И СОЗНАНИЕ

Мой фундаментальный посыл в отношении мозга состоит в том, что его работа — все то, что мы иногда называем разумом — обусловлена его анатомией и физиологией и ничем иным.

Карл Саган

1 РАСКРЫТИЕ РАЗУМА

В 1848 г. Финеас Гейдж работал бригадиром на железнодорожной станции в штате Вермонт, когда с ним произошел несчастный случай. При случайном взрыве динамита железный штырь длиной более метра полетел ему прямо в лицо, пронзил голову, вышел через макушку и приземлился в 25 м позади. Товарищи Гейджа, потрясенные случившимся (и видом его мозгов), сразу же послали за врачом. К их изумлению (и к не меньшему изумлению врача), Гейдж не умер на месте.

Несколько недель он пребывал в помутненном сознании, но со временем выздоровел, казалось, полностью. (В 2009 г. в СМИ появилась редкая фотография Гейджа, на которой симпатичный, уверенный в себе мужчина с травмой головы и левого глаза стоит, держа в руке железный стержень.) Однако после несчастного случая товарищи по работе заметили, что его характер и поведение резко изменились. Гейдж, ранее жизнерадостный и доброжелательный человек, стал раздражительным, грубым и эгоистичным. Женщинам лучше было держаться от него подальше. Доктор Джон Харлоу — тот самый врач, которого пригласили к Гейджу сразу после несчастного

случая — отмечал, что Гейдж был «капризным и нерешительным, постоянно строил планы и, не успев начать, тут же бросал их ради других проектов. Он был ребенком в своих интеллектуальных возможностях и проявлениях, но обладал животными страстями сильного мужчины». Доктор Харлоу отметил, что Гейдж «радикально изменился» и что товарищи по работе даже говорили, что «это уже не Гейдж». После смерти Гейджа в 1860 г. доктор Харлоу сохранил и его череп, и пронзивший его штырь. Подробное рентгеновское исследование черепа позже показало, что железный стержень действительно вызвал массивное разрушение части мозга, известной теперь как лобная доля, и в правом, и в левом полушариях.

Этому невероятному случаю суждено было изменить не только жизнь Финеаса Гейджа; ему суждено было изменить ход науки. Прежде в научном сообществе преобладало мнение, что мозг и душа — две независимых сущности, как считалось в дуалистической философии. Но, когда стало ясно, что повреждение фронтальной доли мозга резко изменило личность Гейджа, это, в свою очередь, вызвало сдвиг научной парадигмы. Возможно, решили ученые, конкретные области мозга можно связать с определенными типами поведения.

Мозг Брока

В 1861 г., всего через год после смерти Гейджа, эта точка зрения нашла новое подтверждение в работе парижского врача Пьера Поля Брока. Он описал пациента, который выглядел нормальным во всех отношениях, кроме одного: у него было серьезное нарушение речи. Этот пациент прекрасно понимал и воспринимал речь, но сам мог произнести всего один звук, напоминающий треньканье струны. После смерти пациента доктор провел вскрытие и убедился в том, что у него была поражена левая височная доля мозга — область возле левого уха. Позже доктору Брока удалось наблюдать еще 12 случаев повреждения данной области мозга. Сегодня про пациентов с травмой

височной доли мозга, обычно в левом полушарии, говорят, что они страдают от афазии Брока. (Как правило, пациенты с таким расстройством понимают речь, но сами ничего сказать не могут или как минимум теряют при речи слова.)

Вскоре после этого, в 1874 г., немецкий врач Карл Вернике описал пациентов, страдавших противоположным недугом. Они могли внятно говорить, но не понимали ни письменную, ни устную речь. Часто речь таких пациентов была достаточно беглой, с соблюдением правил грамматики и синтаксиса, но произносили они бессмысленные несуществующие слова. Печально, что они, как правило, даже не понимали, что изрекают абсолютную чушь. После нескольких вскрытий Вернике подтвердил, что у этих пациентов была повреждена немного другая часть левой височной доли мозга.

Работы Брока и Вернике стали этапными в нейробиологии и установили четкую связь между поведенческими проблемами, такими как нарушение речи или языковых способностей, и повреждением конкретных областей мозга.

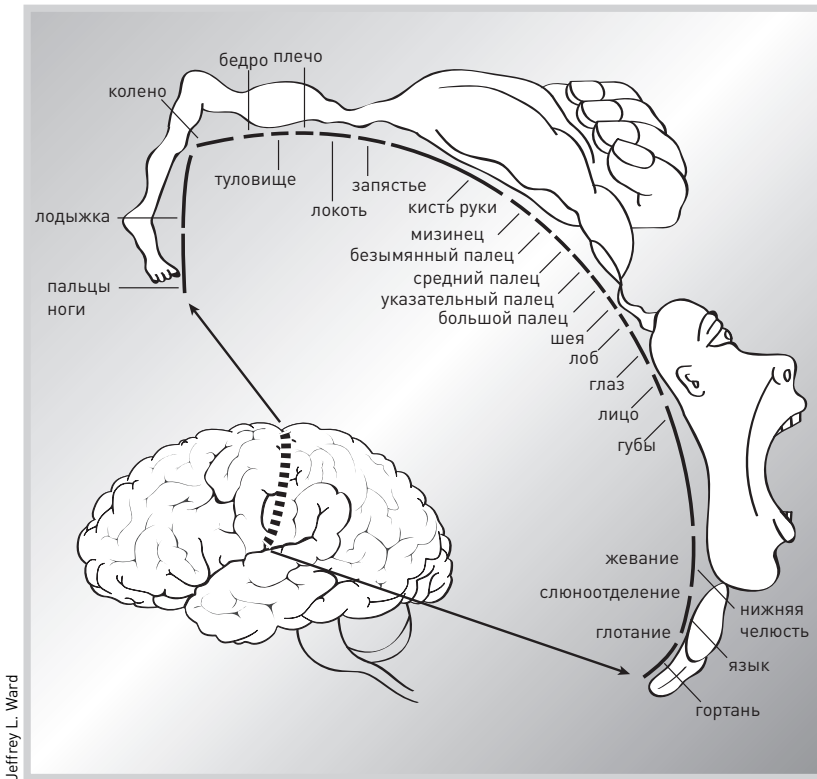
Еще один прорыв произошел в годы войны. На протяжении истории человечества религия неоднократно накладывала вето на анатомирование человеческих тел; понятно, что это сильно тормозило развитие медицины. Однако в военное время, когда на поле боя умирают десятки тысяч истекающих кровью солдат, врачи чувствуют себя обязанными разрабатывать — и как можно быстрее — действенные методы лечения. В 1864 г., во время прусско-датской войны, немецкому врачу Густаву Фричу пришлось лечить множество солдат с открытыми ранениями мозга, и он заметил, что при прикосновении к одному из полушарий мозга часто дергается противоположная сторона тела. Позже Фрич доказал, что при электрической стимуляции мозга правое полушарие управляет левой стороной тела, и наоборот. Это поразительное открытие наглядно продемонстрировало, с одной стороны, что работа мозга имеет электрическую природу, а с другой — что конкретные участки мозга управляют противоположной стороной тела. (Забавно,

но первыми воздействовать на мозг электричеством попробовали римляне около 2000 лет назад. Хроники свидетельствуют, что в 43 г. н. э. придворный медик императора Клавдия прикладывал к голове пациента, страдавшего сильными головными болями, электрического ската.)

Представление о том, что мозг с телом соединяют электрические пути, систематически не исследовалось вплоть до 1930-х гг., когда доктор Уайлдер Пенфилд начал работать с двумя больными эпилепсией, часто страдавшими от изнурительных судорог и приступов, любой из которых мог их погубить. Последним шансом для таких пациентов была операция на головном мозге, при которой удалялись части черепа, а мозг обнажался. (Поскольку мозг лишен болевых рецепторов, человек все это время мог быть в сознании, и доктор Пенфилд использовал во время операции лишь местное обезболивание.)

Доктор Пенфилд обратил внимание, что на стимуляцию определенных частей коры мозга при помощи электрода реагируют различные части тела. И внезапно понял, что может нарисовать приблизительный план соответствия участков коры мозга телу человека (рис. 1). Рисунки у него получились настолько точными, что их до сих пор используют почти в неизменном виде. И на ученое сообщество, и на публику они произвели очень сильное впечатление. На одной из схем можно видеть, какая приблизительно область мозга отвечает за какую функцию и насколько важна для организма эта функция. К примеру, кисти рук и рот для человека жизненно важны, на их управление отводится значительная доля мозга, тогда как нервные рецепторы спины на схеме почти незаметны.

Далее Пенфилд обнаружил, что при стимулировании электричеством височной доли его пациенты неожиданно вспоминают с кристальной ясностью и заново переживают давно забытые эпизоды. Он испытал настоящий шок, когда в ходе операции на мозге пациент вдруг воскликнул: «Я будто... стоял в дверях школы... я слышал, как мама говорит по телефону с тетей и приглашает ее зайти к нам вечером». Пенфилд понял,



Jeffrey L. Ward

Рис. 1. Схема двигательной зоны коры головного мозга, составленная доктором Уайлдером Пенфилдом. На схеме видно, какой участок мозга управляет какой частью тела

что прикасается к воспоминаниям, погребенным глубоко внутри мозга. В 1951 г., когда он опубликовал свои результаты, представления о мозге кардинально изменились.

Карта мозга

К 1950–1960-м гг. появилась возможность составить приблизительную карту мозга, разграничив его области и даже определив функции некоторых из них.

На рис. 2 представлен неокортекс, или новая кора, — внешний слой головного мозга, разделенный на четыре доли. Вообще, неокортекс у человека очень развит. Задача всех долей мозга, кроме одной, — принимать и обрабатывать сигналы от органов чувств; исключение составляет лобная доля, расположенная за лобной костью. Префронтальная кора — самая передняя часть лобной доли — является тем местом, где возникают рациональные мысли. Информация, которую вы в настоящий момент получаете из книги, обрабатывается в префронтальной коре. Повреждение этой области может отрицательно повлиять на вашу способность

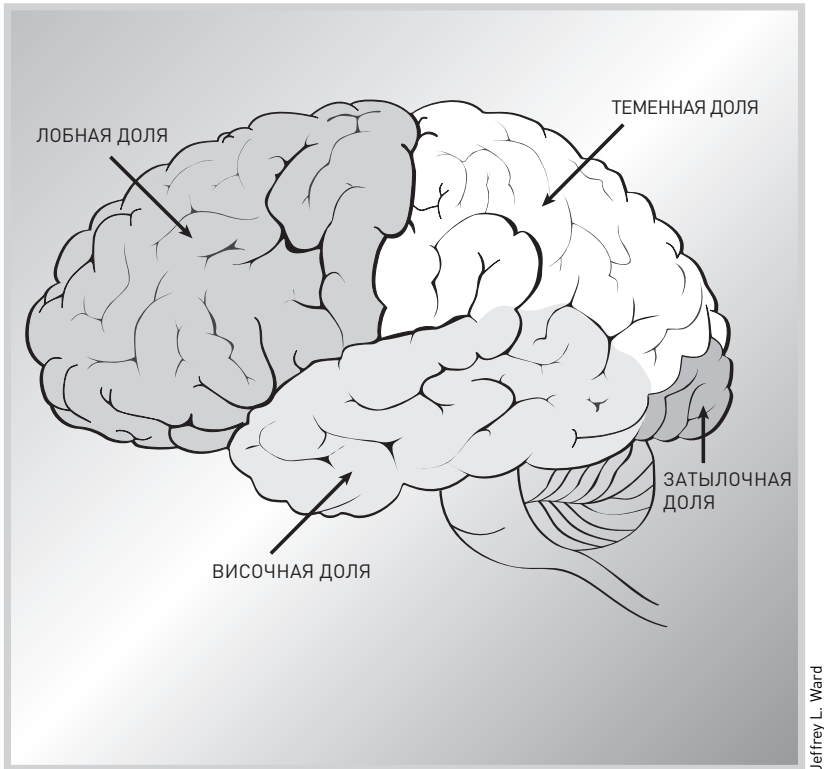


Рис. 2. Четыре доли неокортекса отвечают за различные, хотя и связанные между собой функции