

Алан Джасанов

МОЗГ: прошлое и будущее

ЧТО ДЕЛАЕТ НАС ТЕМИ, КТО МЫ ЕСТЬ



Удивительная Вселенная

Алан Джасанов

**Мозг: прошлое и будущее. Что
делает нас теми, кто мы есть**

«Издательство АСТ»

2018

УДК 612.82
ББК 28.707.3

Джасанов А.

Мозг: прошлое и будущее. Что делает нас теми, кто мы есть /
А. Джасанов — «Издательство АСТ», 2018 — (Удивительная
Вселенная)

ISBN 978-5-17-117010-3

Wall Street Journal назвал эту книгу одной из пяти научных работ, обязательных к прочтению. Ученые, преподаватели, исследователи и читатели говорят о ней как о революционной, переворачивающей представления о мозге. В нашей культуре принято относиться к мозгу как к главному органу, который формирует нашу личность, отвечает за успехи и неудачи, за все, что мы делаем, и все, что с нами происходит. Мы приравниваем мозг к компьютеру, считая его «главным» в нашей жизни. Нейрофизиолог и биоинженер Алан Джасанов предлагает новый взгляд на роль мозга и рассказывает о том, какие именно факторы окружающей среды и процессы человеческого тела формируют личность и делают нас теми, кто мы есть.

УДК 612.82
ББК 28.707.3

ISBN 978-5-17-117010-3

© Джасанов А., 2018
© Издательство АСТ, 2018

Содержание

Введение	6
Часть I	11
Глава первая	11
Глава вторая	22
Конец ознакомительного фрагмента.	27

Алан Джасанов

Мозг: прошлое и будущее. Что делает нас теми, кто мы есть

Алан Джасанов выступил против «мистики мозга», которая сводит нашу жизнь и общество к работе человеческого мозга.

Книжное обозрение Лос-Анджелеса

Убрав мозг с пьедестала, Джасанов предлагает исчерпывающий, понятный и порой игривый (например, почему люди сейчас изучают мозг вместо того, чтобы его есть?) взгляд на мозг.

Library Journal

Нейробиолог Алан Джасанов разоблачает популярные теории о мозге и берет читателя в увлекательное путешествие по настоящей нейробиологии от мозга к телу, социальному и физическому миру.

Джордж Лакофф, соавтор книги «The Neural Mind»

Алан Джасанов заставляет задуматься и предлагает нам новую концепцию того, кем мы являемся на самом деле.

Роберт Уитакер, автор «Anatomy of an Epidemic»

Слишком многие эксперты в настоящее время чрезмерно упрощают психические заболевания, сводя их к простым описаниям физиологии мозга. Алан Джасанов вносит необходимую долю человечности в наши представления о психических заболеваниях и мозге.

Салли Сател, доктор медицинских наук, преподаватель психиатрии Йельского университета

* * *

Любе и Нине, которые делают меня тем, кто я есть.

Введение

Почему вы – это вы?

Независимо от происхождения и представлений о себе вы, скорее всего, уверены, что ваша личность – это ваш мозг. Говорят, в окопах атеистов нет, но мало и тех, кто не пригибается под огнем: никто не хочет получить пулю в лоб. Если вы оступитесь и упадете на асфальт, руки инстинктивно защитят голову. Если вы велосипедист, то из всего защитного снаряжения, скорее всего, носите только шлем. Вы понимаете, что в голове спрятано самое важное, и делаете все, что от вас зависит, чтобы уберечь мозг.

Одержимость мозгом на этом не кончается. Если вы умны и добились больших успехов в жизни, то наверняка хвалите себя за «неплохие мозги». Если вы спортсмен, то гордитесь координацией движений и выносливостью, а это тоже (отчасти) функции мозга. Если у вас есть дети, вас заботит здоровье, развитие и тренировка их мозга. Если у вас внуки, вы, вероятно, огорчаетесь, что мозг у вас стареет, и боитесь последствий атрофии мозга. Если бы вам пришлось поменяться с кем-нибудь частями тела, отдать свой мозг вам, вероятно, захотелось бы в последнюю очередь. Вы отождествляете со своим мозгом.

Насколько полно? Может быть, в мозге хранятся все ваши характерные особенности, все самое существенное в вас, и тогда, в сущности, вы и есть ваш мозг? Такую возможность предлагает обдумать один знаменитый философский умственный эксперимент¹. Вам предлагается вообразить, что какой-то злой гений тайно извлек ваш мозг и поместил его в цистерну с химикалиями, которые поддерживают в нем жизнь. Все нервы, ведущие в мозг, подсоединены к компьютеру, который создает иллюзию нормальной жизни. Конечно, такой сценарий – из области фантастики, однако серьезные ученые с его помощью исследуют вероятность, что ваше восприятие не отражает объективной реальности вне вашего мозга. Каким бы ни был результат, предпосылка мысленного эксперимента состоит в том, что мозг в цистерне не нарушает никаких законов природы, и такую ситуацию в принципе можно себе представить. Если научный прогресс когда-нибудь сделает возможным поддерживать жизнь мозга вне тела, из этого сценария следует, что в нем и вправду будет заключена ваша самость, ваша суть.

Есть люди, для которых мысль, что человека можно свести к его мозгу, становится призывом к действию. Этот призыв услышала и Ким Суоцци². Ей было всего 23 года, она умерла от рака, но не собиралась «уходить безропотно во тьму»: они с женихом решили собрать 80 000 долларов на консервацию ее мозга после смерти. Суоцци считала, что в один прекрасный день наука сможет провести структурный анализ ее замороженного мозга и воскресить ее – либо физически, либо виртуально. До таких высот науке еще очень и очень далеко, но Ким это не испугало. На пороге смерти ее заботил только собственный мозг. Примеру Ким Суоцци последовали многие другие³. Похожий эпизод был и у меня, и о нем я еще расскажу на этих страницах.

Сегодня, когда накапливается все больше данных, что мозг – средоточие всего, что мы связываем со своим «я», с духом и душой, не приходится удивляться, что мы очень бурно реагируем на подобные известия. В нашем дивном новом мире – мире нейрофизиологической просвещенности – мозг сталместилищем тысячелетнего экзистенциального ужаса. Все наши потаенные страхи и надежды в конечном итоге вращаются вокруг этого органа, и именно там мы ищем ответы на вечные вопросы жизни и смерти, греха и добродетели, преступления и

¹ Hilary Putnam, *Reason, Truth, and History* (New York: Cambridge University Press, 1981).

² Amy Harmon, «A Dying Young Woman's Hope in Cryonics and a Future», *New York Times*, 12 сентября 2015 г.

³ На сайте «Alcor Life Extension Foundation», компании, которая заморозила и хранит мозг Ким Суоцци, перечислены десятки других клиентов, решивших подобным образом сохранить свой мозг.

наказания. Какую бы ментальную функцию ни взялись исследовать ученые, всегда находится соответствующий паттерн мозговой активности – или на МРТ у людей, или при более инвазивных методах исследования у животных. Мы своими глазами видим, как данные о деятельности мозга все чаще упоминаются в судах, нам приходится отказываться от привычных развлечений, потому что они вредят мозгу, врачи прописывают всевозможные лекарства, влияющие на мозг, при целом ряде поведенческих отклонений – от плохой успеваемости в школе до неумения вести себя в обществе. В общественное сознание все глубже входит изречение великого греческого врача и философа Гиппократ: «Людям следует знать, что именно мозг и ничто другое дает нам радость и восторг, смех и азарт, а также печали, горести, отчаяние и скорбь»⁴.

* * *

Итак, все самое главное в нас сводится к мозгу. Жесткое заявление; и цель моей книги – показать, что оно толкает нас в неверном направлении, поскольку отвлекает от подлинной биологии нашего сознания. С моей точки зрения, предположение, будто главное – мозг, коренится в ошибочной идеализации этого органа и преувеличении его роли: этот феномен условимся называть «сакрализацией мозга». Она не дает нам усомниться в вековых представлениях о разнице между телом и разумом, о свободе воли и о природе человеческой индивидуальности. Проявления ее крайне многообразны – от постоянных рассказов о сверхъестественных возможностях мозга и запредельной сложности его структуры в СМИ и художественной литературе до более трезвых и научно обоснованных концепций мозговой деятельности, которые делают излишний упор на функциях, присущих исключительно этому органу, или ограничивают ментальные процессы нервными структурами. Идеализацией мозга грешат и ученые (и я в том числе), и люди, далекие от науки; она вполне совместима с любым мировоззрением – и с материалистическим, и с религиозным.

У сакрализации мозга есть и положительные стороны: благодаря прославлению мозга удалось привлечь интерес общества к неврологическим исследованиям, а это очень важное и достойное дело. С другой стороны, обожествление мозга, как ни парадоксально, не дает разглядеть самое фундаментальное открытие нейрофизиологии: деятельность нашего мозга обусловлена биологически, это банальные физиологические процессы, определяемые всеми законами природы. Если мы мифологизируем мозг, то разводим его с телом и средой, теряем представление о взаимозависимой природе нашего мира. И вот об этом я и хотел бы поговорить.

В первой части книги я опишу сакрализацию мозга в том виде, в каком мы сталкиваемся с ним сегодня. Для этого я расскажу о некоторых сквозных темах в современной нейрофизиологии и о современной картине мозговой деятельности, которая недооценивает органические, имманентные свойства мозга. С моей точки зрения, эти направления делают ставку на *различие мозга и остального организма* и возвращаются к старому доброму дуализму «тело-разум», доминировавшему в западной философии много сотен лет. Если мы верим в несуществующие барьеры между мозгом и телом, а следовательно, и между мозгом и остальным миром, то преувеличиваем независимость и целеустремленность окружающих и преуменьшаем прочность и значимость уз, связывающих нас друг с другом и с окружающей средой. Обособленный мозг становится заменой идеи нематериальной души – и это вдохновляет единомышленников Ким Суонци сохранять мозг после смерти в надежде обрести своего рода бессмертие. Сакрализация мозга всячески поддерживает идею различия тела и разума и тем самым способствует шовинистическому отношению к мозгу, разуму и личности – отсюда и эгоцентризм всяческих лидеров и профессионалов, и «мы – они» в политике и войнах.

⁴ Цит. по: Stanley Finger, «Minds Behind the Brain: A History of the Pioneers and Their Discoveries» (New York: Oxford University Press, 2000).

В части I пять глав посвящены пяти конкретным темам, положившим начало дихотомии тела-разума и тенденции ставить мозг выше остального царства природы. Моя цель – вернуть мозг с небес на землю, а для этого мы с вами рассмотрим разные научные точки зрения на мозговую деятельность. Первая тема – *абстракция*, склонность представлять себе мозг как абиотическую машину, принципы работы которой совсем не такие, как у остальной живой природы. Лучший пример такого подхода – знакомая аналогия «мозг-компьютер»: мозг видится таким транзисторным устройством, которое можно совершенствовать и развивать, чтобы в результате пробудился бесплотный дух. Вторая тема – *архисложность*: идея, что мозг настолько сложен, что его невозможно ни проанализировать, ни понять. За завесой архисложности удобно прятать свое невежество по поводу различных душевных качеств, которыми мы хотели бы обладать, но которые не удастся объяснить, например, свободы воли. Третья тема – *самозамкнутость*, упор на локализацию когнитивных функций в мозге без попыток найти более глубокое объяснение. Эту тему всячески развивают представления об МРТ и других методах исследования мозга, продвигаемые в СМИ, и она дает упрощенческую картину того, как мозг помогает нам думать и действовать. Четвертая тема – *обособленность от организма*: мозг будто бы руководит телом единолично, а биологические процессы, которые идут вне черепа, на него практически не влияют. Наконец, пятая тема – *автономия*: мозг сам собой управляет и всегда себя контролирует, хотя и воспринимает свое окружение. Последние две темы подталкивают нас к представлению, что мы отрезаны от безличных движущих сил и внутри, и вне тела, которые тем не менее оказывают мощное воздействие на наши поступки.

В части II я представлю более реалистичную картину нашего мозга и сознания, основанную на биологических данных, и объясню, почему она способна сделать мир лучше. Мы рассмотрим три области, на которые сакрализация мозга сегодня влияет особенно сильно, – это психология, медицина и техника. В психологии сакрализация мозга способствует представлению, будто мозг есть перводвигатель наших мыслей и поступков. Мы стремимся понять механизмы, руководящие поведением человека, и зачастую в первую очередь ищем причины, связанные с мозгом, и упускаем из виду факторы вне головы. А в результате переоцениваем роль отдельного человека и недооцениваем роль контекста в целом ряде культурных явлений – от криминального законодательства до творчества и новаторства. Поскольку мы стремимся к более совершенной картине, выходящей за пределы идеализации, нам следует смириться с тем, что физиологическая среда организма, в который входит и мозг – но не в качестве руководителя, а наравне со всеми остальными органами, – несомненно, и предоставляет каждому из нас место встречи всех сил и факторов, и внутренних, и внешних. Если смотреть на мозг с этой точки зрения, то он видится как сложная передаточная система для самых разных поступающих в нее импульсов, а не центр управления с правом принимать единоличное решение. Если у меня появляется какая-то мысль, ее надо считать продуктом всех импульсов, которые одновременно воздействуют на мою голову, а не моей личной мыслью. Если я краду или убиваю, все, что происходит в моем преступном мозге, – это продукт моей физиологии, среды, биографии и всего общества, в том числе и вас.

В медицине сакрализация мозга приводит к очень грозным последствиям – к стигматизации психических недугов. Если мы поймем, что наш мозг имеет сугубо физическую природу, это избавит нас от традиционной склонности считать душевные болезни моральными недостатками, однако если относиться к психическим расстройствам только как к нарушениям мозговой деятельности, это практически так же пагубно для больных. Общество склонно считать, что лечить «сломавшийся мозг» труднее, чем исправлять моральные уродства, поэтому к людям, у которых якобы «проблемы с мозгом», относятся еще подозрительнее. Приравливать душевные расстройства к мозговой дисфункции – значит еще и подталкивать больных искать неверные методы лечения, а это приводит к зависимости от медикаментов и снижению интереса к поведенческой терапии, в том числе разговорной. К тому же, если считать психи-

ческие недуги заболеваниями мозга и больше ничем, можно упустить из виду еще более глубокий вопрос: ведь сами по себе душевные патологии зачастую диагностируются субъективно и определяются культурой. И разобраться во всех этих сложностях не получится, если мы сведем расстройство разума и сознания к расстройствам одного лишь мозга.

Некоторых из нас сакрализация мозга вдохновляет на мечты о научно-технических достижениях будущего. Основаны они на научной фантастике и идее «хакнуть мозг», чтобы повысить интеллект, а может быть, и загрузить мозг на какой-нибудь носитель и сохранить навечно. Но в реальности попытки «хакнуть мозг» далеко не так привлекательны. Инвазивные процедуры проводятся уже давно, но они всегда были чреваты высоким риском травм и помогают лишь в очень тяжелых случаях. Пусть лучше все нейротехнологические инновации, удовлетворяющие потребности общества, останутся за пределами нашей головы, – более того, подобные периферийные высокотехнологичные устройства уже превращают нас в транслюдей, вооруженных всевозможной переносной и натальной электроникой. Мы и побаиваемся нейротехнологии, и надеемся на нее, однако и страхи, и надежды искажены искусственным разграничением между воздействием непосредственно на мозг и косвенно, через периферическую нервную систему. Если мы избавимся от сакрализации мозга, у нас появится больше возможностей улучшить себе жизнь, попутно разрешая всевозможные научные парадоксы и этические дилеммы.

Прежде чем изложить свои доводы, я хочу сказать несколько слов о том, каких целей я не ставил себе в этой книге. Во-первых, она не объясняет, как работает мозг. В отличие от многих других авторов, я задаюсь скорее вопросом, что такое мозг, а не что он делает. В книге описываются и конкретные механизмы мозговой деятельности, но я привожу их в основном как примеры функций, выходящих за рамки стереотипов о работе мозга. Подобно тому как писатели и художники зачастую стремятся придать эмоциональную и психологическую глубину плоским фигурам персонажей истории и легенд, я тоже в меру сил хотел бы придать выпуклости и добавить нюансов в сложившийся образ органа, который в популярной литературе зачастую предстает скорее бесстрастной вычислительной машиной, нежели живой сущностью из плоти и крови.

Во-вторых, в этой книге не делается попыток опровергнуть очевидный факт, что мозг – важнейший орган, определяющий человеческое поведение. Да, все функции сознания требуют участия мозга, просто не сводятся к нему. Обо многих из них мы сегодня знаем не больше, чем полвека или век назад, и, чтобы продвинуться, нам необходимо найти базовые нейрофизиологические объяснения памяти, восприятия, языка и сознания и других подобных явлений. Я на примерах покажу, как дополнить традиционные точки зрения на мозговую деятельность новыми, расширенными представлениями, но в центре картины всегда будут нейрофизиология и мозг.

В-третьих, и это главное, в этой книге не делается никаких попыток опровергнуть объективные нейрофизиологические данные. Все, о чем я говорю, покажет, что разум и тело взаимосвязаны теснее, чем привыкла считать традиционная западная культура, но соскальзывать в необоснованные рассуждения о высоком в духе нью-эйдж я не собираюсь. Ведь картина мозга, который работает в соответствии с законами биологии и неразрывно связан с телом и средой, составлена на основе строгих научных данных. А сакрализация мозга с ее упором на экстраординарные способности мозга, напротив, многих заставляет сомневаться, что наука способна разгадать загадку человеческой мысли и поведения – и с такими представлениями я, как и большинство нейрофизиологов, категорически не согласен. Сакрализация мозга подрывает авторитет нейрофизиологии в современном обществе, поскольку представляет мозг как самодостаточноеместилище разума или души. А такой подход словно бы вычеркивает всю нервную систему, заставляет думать, будто все, что происходит в мозге, мозгом и ограничено, и прене-

брегает всем, что нейрофизиология может сказать о проблемах реального мира. О такой точке зрения я и говорить не стану – и надеюсь, что вы, прочитав эту книгу, со мной согласитесь.

Часть I

Сакрализация мозга

Глава первая

Мозги как пища

Первый мозг, оказавшийся в моем распоряжении, был обжаренный со взбитыми яйцами. Начал он свою жизнь в черепе теленка, а закончил у меня во рту – с картошкой и лимонадом в дешевом кафе в Севилье. Севилья – испанский город, который славится своими тапас, и «tortilla de sesos» – омлет с мозгами – как и другие блюда из мозгов, здесь не в почете. Но во время этой мозгоедческой поездки в Севилью я еле сводил концы с концами, и мне было не до утонченных гастрономических впечатлений. Живо помню, как рыскал по супермаркетам в поисках чего-нибудь попроще и подешевле, а возжеленные тапас пожирал разве что глазами. Так что тот омлет с мозгами был едва ли не самым роскошным блюдом за все время.

Следующая встреча с «sesos» произошла у меня много лет спустя в лаборатории в Массачусетском технологическом институте во время экспресс-курса по нейроанатомии⁵, кульминацией которого и было извлечение и препарирование настоящего бараньего мозга. В этот класс и к этому бараньему мозгу меня привлекли самые разные соображения, которые подвигли многих моих собратьев-людей изучать нейрофизиологию и даже посвятить ей всю жизнь. Мозг –местилище души, машина разума, думал я; если изучать его, можно разгадать загадки познания, восприятия и мотивации. А главное – понять самих себя.

Обращаться с мозгом – это просто потрясающе во всех смыслах слова. Неужели этот ком серой замазки – и правда центр управления высокоразвитым организмом? Неужели именно здесь и таится все волшебство? Мозг или мозгоподобные структуры появились у животных 500 миллионов лет назад⁶, и более 80 % этого времени предки баранов были и нашими предками, и мозги у них были одинаковые⁷. Понятно, что такое продолжительное общее прошлое и общая наследственность привели к тому, что форма, цвет и текстура мозга барана очень похожи на наши, и нетрудно представить себе, что мозг барана обладает сверхъестественными способностями, такими же, как и у нас. Структура этого органа у барана и в самом деле такая же поразительная, как и у человека, – миллиарды клеток, триллионы межклеточных связей и способность обучаться, проявлять гибкость в поведении и координировать свои действия, благодаря которой мы лавируем на жизненном пути, виражи которого затейливее извилин. Мозг барана – свидетель долгих лет бараньих житейских тягот, устремлений, страстей и чудачеств, которые так легко уподобить человеческим. И вот этот мозг, отделенный от остального тела и от всего, что покойный баран знал и чувствовал, – мощнейшее *mente mori*.

Однако мозг барана, как и наш, – это еще и материал, очень похожий на другие биологические ткани и органы. Консистенция живого мозга похожа на желе и характеризуется модулем упругости – мерой способности вещества колыхаться, не теряя общей формы. Модуль упругости человеческого мозга – примерно 0,5–1,0 килопаскаль (kPa)⁸, то есть приблизительно как

⁵ «Introduction to Neuroanatomy», Massachusetts Institute of Technology, 2001.

⁶ L. L. Moroz, «On the independent origins of complex brains and neurons», «Brain, Behavior and Evolution» 74 (2009): 177–190.

⁷ S. Kumar and S. B. Hedges, «A molecular timescale for vertebrate evolution», «Nature» 392 (1998): 917–920.

⁸ N. D. Leipzig and M. S. Shoichet, «The effect of substrate stiffness on adult neural stem cell behavior», «Biomaterials» 30 (2009): 6867–6878.

у фруктового желе «Jell-O» (1 kPa)⁹, но гораздо меньше, чем у других биологических субстанций, например, мышц и костей. Еще мозг характеризуется плотностью. Как и у многих других биологических материалов, плотность мозга примерно равна плотности воды, так что с учетом размера мозг взрослого человека весит примерно как небольшой кочан капусты. Типичный мозг состоит по весу приблизительно на 80 % из воды, на 10 % из жира и на 10 % из белка, то есть относительно постный по сравнению со многими другими сортами мяса и субпродуктов¹⁰. В четверти фунта (100 граммах) говяжьего мозга содержится 180 % рекомендованной в США дневной дозы витамина В₁₂, 20 % ниацина (никотиновой кислоты) и витамина С, 16 % – железа и меди, 41 % фосфора и более 1000 % холестерина, что в целом напоминает по составу яичный желток¹¹. Так что, может быть, лучше не изучать мозг, а просто есть его, махнув рукой на риск атеросклероза?

* * *

Около двух миллионов лет назад на территории нынешней Кении в землях, где теперь находится юго-восточное побережье озера Виктория, древние гоминиды именно этим и занимались. Само озеро Виктория, крупнейшее в Африке и источник Белого Нила, образовалось меньше полумиллиона лет назад, так что в те времена мать-природа его еще даже не задумала. Тогда там расстилалась бескрайняя прерия, по которой рыскали наши пращуры – охотники-собиратели, питавшиеся местными растениями и мясом доисторических травоядных млекопитающих, с которыми делили территорию. Эти места называются Канджера, и современные археологи обнаружили там в конкретных местах залежи черепов мелких и средних животных, копившиеся несколько тысяч лет¹². Количество найденных черепов, особенно относительно крупных животных, сильно превосходит соответствующее количество других костей. Это указывает, что головы животных отделяли от туш и собирали в особых местах. Некоторые черепа носят следы человеческих орудий труда – как считают ученые, это свидетельства, что люди разламывали черепную коробку, чтобы съесть ее содержимое. Как видно, мозги составляли заметную долю рациона первых людей.

Почему именно мозги? В масштабе эволюции люди Канджеры начали есть мясо сравнительно недавно: плотоядность у *Homo* появилась, по археологическим данным, лишь около 2,5 миллиона лет назад, хотя ученые полагают, что она сыграла важную роль в дальнейшем развитии нашего вида¹³. Зато многие другие семейства, с которыми сосуществовали наши предки два миллиона лет назад, были уже опытными плотоядными – они питались мясом миллионы лет¹⁴. Острые зубы и цепкие когти гигантских плейстоценовых кошек, гигантских гиен и предков диких псов были гораздо лучше приспособлены, чтобы убивать, терзать и пожирать добычу: современные им гоминины были с этой точки зрения оборудованы не в пример хуже. Однако и у первых людей были свои преимущества: они уже ходили на двух ногах, у них был пресловутый противопоставленный большой палец и наследуемая способность делать и применять искусственные орудия. Если доисторический человек наткнулся на труп убитого оленя, уже обглоданный до костей тиграми, но еще не протухший, он мог взять камень, с размаху

⁹ Jennifer Hay, «Complex Shear Modulus of Commercial Gelatin by Instrumented Indentation», «Agilent Technologies», 2011.

¹⁰ Henry McIlwain and Herman S. Bachelard, «Biochemistry and the Central Nervous System», 5th ed. (Edinburgh, UK: Churchill Livingstone, 1985).

¹¹ «National Nutrient Database for Standard Reference Release 28, Entry for Raw Beef Brain», US Department of Agriculture, 18 марта 2017 г.

¹² J. V. Ferraro et al., «Earliest archaeological evidence of persistent hominin carnivory», *PLoS One* 8 (2013): e62174.

¹³ Craig B. Stanford and Henry T. Bunn, eds., «Meat-Eating and Human Evolution» (New York: Oxford University Press, 2001).

¹⁴ L. Werdelin and M. E. Lewis, «Temporal change in functional richness and evenness in the eastern African Plio-Pleistocene carnivore guild», «*PLoS One*» 8 (2013): e57944.

расколоть череп и получить емкость, полную нетронутой пищи. А если он сам убивал какое-нибудь животное, то всегда мог отделить голову и принести своему клану, даже если дотащить остальную тушу у него не было сил. Таким образом гоминины доказали, что способны найти свою экологическую нишу, недоступную четвероногим охотникам. Конечно, другие плотоядные отчаянно конкурировали с людьми за остальное мясо, но мозги, вероятно, всегда доставались людям¹⁵.

На геологической шкале времени момент, когда ранние гоминины начали есть мозги животных, и момент, когда у них самих появился массивный мощный мозг, свойственный нашему виду, практически совпадают, но все же это геологическая шкала, так что перед нами, возможно, лишь совпадение; однако между этими явлениями есть связь. Развитые человеческие цивилизации во всем мире быстро начали разрабатывать свои кулинарные традиции – и в них было предостаточно блюд из мозгов, от простых повседневных до роскошных деликатесов. Знаменитый шеф-повар Марио Батали учит нас готовить равиоли с телячьими мозгами – этому рецепту он научился у своей бабушки, и на приготовление уходит примерно час¹⁶. Традиционные разновидности густой мексиканской похлебки *posole* из мяса и кукурузы требуют несколько больше усилий: цельную свиную голову варят примерно шесть часов, пока все мясо не отделится от костей¹⁷. Некошерно, но как вкусно! А самые сложные и трудоемкие блюда из мозгов готовят в мусульманском мире на «пир жертвоприношения» курбан-байрам в честь пророка Ибрагима, который был готов принести своего сына Исмаила в жертву Аллаху¹⁸. Эти рецепты: мозги-масала, мозги, маринованные в лимонном соусе, тушенная голова ягненка и так далее – позволяют переработать огромное количество забиваемого на празднике скота и свидетельствуют, что в исламской культуре не принято, чтобы пропадала хорошая пища. И, разумеется, невозможно забыть кульминацию пира в Гималаях на пороге Храма Судьбы из «Индианы Джонса», когда гости весело уплетали ложками замороженные мозги несчастных обезьянок прямо из голов! Конечно, это просто легенда и на Индийском субконтиненте обезьяны мозги не едят, однако несколько восточнее, в Китае, их и вправду подают, пусть и редко: китайская кухня славится широтой взглядов¹⁹.

* * *

Однако даже выдавший виды культуролог-релятивист согласится, что употребление мозга в пищу – это все-таки варварство. «Это будто есть собственный ум!» – сказала мне моя дочурка за обеденным столом и брезгливо скривилась. А есть мозги обезьян – точно варварство, ведь обезьяны так похожи на нас, а поедание человеческих мозгов – и вовсе нечто настолько из ряда вон выходящее, что известен по меньшей мере один случай, когда за это последовала настоящая кара Господня. Несчастливыми жертвами возмездия свыше стало племя форэ из Новой Гвинеи, открытое колонистами лишь в 30-е годы прошлого века и стремительно вымирающее от эпидемии болезни куру, которую журналисты прозвали «смеющаяся смерть». В наши дни считается, что куру передается при прямом контакте с мозгом умерших от куру больных и сродни коровьему бешенству²⁰. Форэ болели куру, поскольку практиковали

¹⁵ Ferraro et al., «Earliest archaeological evidence».

¹⁶ Mario Batali, «Calves Brain Ravioli with Oxtail Ragu by Grandma Leonetta Batali», <http://www.mariobatali.com/recipes/calves-brain-ravioli/>

¹⁷ Diana Kennedy, «The Cuisines of Mexico» (New York: William Morrow Cookbooks, 1989).

¹⁸ Мусульмане, в отличие от христиан и иудеев, верят, что Ибрагим (Авраам) собирался принести в жертву не Исаака, а Исмаила (Измаила).

¹⁹ Ian Crofton, «A Curious History of Food and Drink» (New York: Quercus, 2014).

²⁰ P. P. Liberski et al., «Kuru: Genes, cannibals and neuropathology», «Journal of Neuropathology & Experimental Neurology» 71 (2012): 92–103.

эндоканнибализм – поедали соплеменников, что и обнаружил врач Карлтон Гайдузек в ходе эпидемиологических исследований, за которые впоследствии получил Нобелевскую премию. «Страшно смотреть, как целые компании упитанных, здоровых молодых людей отплясывают с произвольными судорожными подергиваниями, которые гораздо больше напоминают истерические, чем органические, – писал Гайдузек. – Но смотреть, как болезнь неумолимо прогрессирует и приводит к неврологической дегенерации... и смерти – еще страшнее, от этого нельзя отмахиваться»²¹.

Племя форе на удивление легкомысленно относилось к каннибализму в своих рядах. Тела родственников, умерших естественной смертью, расчленяли во дворе и съедали все, кроме желчного пузыря, – его считали слишком горьким. Антрополог Ширли Линденбаум пишет, что мозги извлекали из расколотых черепов, а затем «измельчали в кашу, варили на пару в стеблях бамбука» и ели²². Каннибализм у форе – не ритуал, а просто еда. Труп человека считался источником белка и альтернативой свинине в обществе, где мяса никогда не хватало. Лакомиться мясом мертвецов (а также лягушек и насекомых) предоставляли женщинам и детям, а свинина и свиные субпродукты считались пищей привилегированных, поэтому ими награждали взрослых мужчин. Мозг мертвого мужчины ели его сестра, невестка, тети и дяди с материнской стороны, а мозг мертвой женщины – ее зовушка или невестка. Никакого высшего смысла этот обычай не имел, зато он идеально соответствует распространению болезни куру в семье в зависимости от пола – и так было, пока каннибализм в этом племени не искоренили, что произошло в 70-е.

Против употребления мозгов в пищу есть множество доводов – от этически обусловленного отказа от мяса в целом до технологических трудностей при извлечении мозга и опасности заразиться, но ведь, в сущности, любое занятие трудно и опасно. Невозможно удержаться от мысли, что подлинная причина, по которой *в нашей культуре* мозги есть не принято, значительно теснее связана с тем потрясением, какое испытываешь, когда берешь в руки мозг барана: мозг для нас священен, и требуется усилие воли, чтобы смотреть на мозги просто как на мясо. Есть чей-то мозг, даже мозг животного, – это почти как есть собственный мозг, а есть собственный мозг, как верно заметила моя дочь, это как есть свой ум, а возможно, и душу.

Некоторые из нас приходят к этому выводу через самоанализ. Еще пифагорейцы, жившие в VI веке до нашей эры, судя по всему, старались не есть мозги и сердца, поскольку верили, что эти органы связаны с душой и реинкарнацией²³. Но можно ли найти объективные данные, подтверждающие, что современный человек не склонен есть мозги животных? Если рассмотреть статистику потребления субпродуктов в Европе и США, мы убедимся, что с начала XX века оно в целом резко сократилось, однако мозги, судя по всему, попали в особую немилость²⁴. Недавнее исследование большой базы кулинарных рецептов показало, что в ней есть 73 блюда из печени, 23 блюда из желудка, 9 блюд из языка, 4 блюда из почек и 2 блюда из мозгов²⁵. Если сделать довольно грубое предположение, что количество рецептов отражает частотность ингредиентов в повседневном рационе, очевидно, что к мозгам мы относимся с предубеждением. Отчасти это объясняется «биодоступностью» – говяжий мозг весит примерно полкило, так что язык (кило-полтора) и печень (пять кило) значительно тяжелее, –

²¹ D. C. Gajdusek, «Correspondence on the Discovery and Original Investigations on Kuru: Smadel-Gajdusek Correspondence, 1955–1958» (Bethesda, MD: National Institute of Neurological and Communicative Disorders and Stroke, National Institutes of Health, 1975).

²² Shirley Lindenbaum, «Kuru Sorcery: Disease and Danger in the New Guinea Highlands», 2nd ed. (New York: Routledge, 2013).

²³ Dimitra Karamanides, «Pythagoras: Pioneering Mathematician and Musical Theorist of Ancient Greece», Library of Greek Philosophers (New York: Rosen Central, 2006).

²⁴ Nina Edwards, «Offal: A Global History» (London: Reaktion Books, 2013).

²⁵ Речь идет о базе данных www.allrecipes.com; поиск блюд из печени, желудка, языка, почек и мозгов проводился 4 марта 2014 года.

но все же разумно заключить, что такая тенденция объясняется еще и разницей в популярности субпродуктов. Это подтверждает и исследование пищевых предпочтений на основе выборки английских потребителей, проведенное в 1990 году²⁶. Его результаты показали, что субпродукты в целом не очень любят, но все же среди них есть определенная иерархия по предпочтению: чаще всего едят сердце, затем почки, рубец и желудок, язык, поджелудочную железу и лишь в последнюю очередь мозги. Это исследование примечательно тем, что сделано до вспышки коровьего бешенства в середине 90-х, поэтому такие предпочтения едва ли можно обосновать страхом заразиться. Социолог Стивен Меннелл, интерпретируя результаты, предположил, что отвращение к поеданию мозгов лучше всего объясняется склонностью испытуемых «отождествляться» с мозгом²⁷.

* * *

Есть мозги большинству из нас как-то не хочется, однако в остальном голод и мозг тесно взаимосвязаны, и в буквальном, и в переносном значении этого слова. В самом конкретном смысле мозг необходим каждому из нас, чтобы ощутить голод. Когнитивное восприятие голода обеспечивается группой клеток, живущих в отделе мозга, который называется «гипоталамус». Часть этих клеток вырабатывает гормон «агути-связанный пептид» (AgRP), маленькую белковую молекулу, которая из-за сложной цепи ассоциаций названа в честь очаровательного грызуна, обитающего в Центральной и Южной Америке²⁸. Стимуляция выработки этого гормона в мозгу мышей привела к неконтролируемому обжорству и непреодолимому желанию работать за еду. Когда люди голодают, это приводит к менее очевидным последствиям. В 1945 году был проведен знаменитый «Миннесотский голодный эксперимент», в ходе которого исследовались поведение и психология 36 мужчин, соблюдавших полуголодную диету, в результате которой они потеряли 25 % массы тела²⁹. «Голод привел к одержимости пищей, – писали об этом эксперименте историки Дэвид Бейкер и Наташа Керамидас. – Испытуемые мечтали о еде, видели ее во сне, фантазировали о ней, читали и говорили о пище, а во время двух трапез, которые были им положены в день, смаковали еду и старались растянуть удовольствие»³⁰.

Наше общество, лишенное возможности есть мозги, тоже утоляет свой метафорический голод чтением, разговорами и фантазиями. Интерес к связи личностных особенностей человека со строением его мозга с новой силой вспыхнул в викторианскую эпоху с ростом популярности френологии. Основоположник френологии Франц Галль (1758–1828) утверждал, что свою весьма авторитетную в те годы теорию о связи между особенностями формы черепа и умственными способностями придумал еще в начальной школе на основании наблюдений за соучениками³¹. Галль учился медицине в Страсбургском и Венском университетах, а затем обширные связи и работа врачом в венской лечебнице для душевнобольных дали ему возможность наблюдать больных из самых разных слоев общества и сравнивать их внешние черты. Доктор Галль решил собирать мозги своих подопечных и попытался связать нейроанатомические особенности с поведением, которое наблюдал у пациентов при жизни. В результате

²⁶ Katherine Simons, «Food Preference and Compliance with Dietary Advice Among Patients of a General Practice» (PhD thesis, University of Exeter, 1990).

²⁷ S. Mennell, «Food and the quantum theory of taboo», «Emofoor» 4 (1991): 63–77.

²⁸ S. M. Sternson and D. Atasoy, «Agouti-related protein neuron circuits that regulate appetite», «Neuroendocrinology» 100 (2014): 95–102.

²⁹ J. B. Ancel Keys, Austin Henschel, Olaf Mickelsen, and Henry L. Taylor, «The Biology of Human Starvation» (Minneapolis: University of Minnesota Press, 1950).

³⁰ D. Baker and N. Keramidas, «The psychology of hunger», «Monitor on Psychology» 44 (2013): 66.

³¹ Stanley Finger, «Minds Behind the Brain: A History of the Pioneers and Their Discoveries» (New York: Oxford University Press, 2000).

он сформулировал основные принципы, сводившиеся к тому, что когнитивные способности локализованы в определенных зонах мозга, что размер этих зон пропорционален мощности и силе соответствующих способностей, а форма черепа отражает структуру заключенного в нем мозга. Галль начал говорить о своих гипотезах публично еще в 90-е годы XVIII века, однако в Австрии его учение запретили как безбожный подход к человеческой природе, и в результате Галлю пришлось покинуть страну. Он осел в Париже, но много путешествовал и выступал с лекциями по всей северной Европе, без устали пропагандируя свое знаменитое детище.

В последующие десятилетия френология обрела необычайное влияние. Благодаря стараниям Иоганна Шпурцхайма, деятельного протеже доктора Галля, этим учением увлекся весь англоязычный мир. А Джордж Ком, самый страстный последователь Шпурцхайма, говоривший по-английски, настолько поверил во френологию, что написал международный бестселлер «Конституция человека» (George Combe, «The Constitution of Man»). Книга была опубликована в 1828 году и за 30 лет разошлась миллионными тиражами³²; она вошла в число самых читаемых книг XIX века, далеко опередив научные трактаты великих современников, даже Чарльза Дарвина. Френологические общества множились во всех крупных городах Европы и Америки. Братья Орсон и Лоренцо Фаулер основали френологический журнал, а также открыли салоны для краниологических осмотров в Нью-Йорке, Бостоне и Филадельфии и производили знаменитые размеченные фарфоровые головы, которые и сегодня продаются как модная новинка. Френологические обследования проходили всевозможные выдающиеся личности от Авраама Линкольна до Уолта Уитмена, однако френологические гипотезы и методы все больше становились предметом коммерции, все дальше уходили от научных основ, и в итоге френологию стало принято считать не более чем шарлатанством³³. В последнее время некоторые теории Галля отчасти подтвердились: в мозге приматов были обнаружены высокоспециализированные области. Однако главная заслуга движения, начало которому положили Галль и Шпурцхайм, в другом: это было первое интеллектуальное течение, которое стремилось объяснить человеческое поведение особенностями материального мозга и при этом было основано на знаниях, почерпнутых из разных областей науки.

Вспышка интереса к мозгу в XIX веке привела и к курьезной моде на коллекционирование мозгов. Нейроанатом Поль Брока собрал настоящую кунсткамеру из 432 образцов и на основании их изучения делал выводы в соответствии с френологической теорией. А специфические повреждения мозга, которые он наблюдал у многих своих больных, при жизни страдавших афазией, привели к открытию зоны Брока – это область лобной доли головного мозга, тесно связанная с речью. В поисках признаков гениальности посмертно извлекали и изучали и мозг некоторых европейских интеллектуальных светил³⁴. Среди них был и мозг самого Галля, и мозг Шпурцхайма.

Одним из самых тяжелых оказался мозг лорда Байрона – 2,2 кило! Такие большие размеры мозга подтверждали европоцентристские идеи расового и интеллектуального превосходства: ведь эти внушительные цифры постоянно сравнивали с более скромными параметрами мозга африканцев, например, «готтентотской Венеры» Сары Баартман, южноафриканской рабыни и актрисы, тело которой препарировал французский зоолог Жорж Кювье. Мозг самого Кювье весил 1,8 кг, а мозг Брока – 1,5 кг.

Один особенно примечательный случай произошел в 1855 году, когда великий математик Карл Гаусс завещал свой мозг близкому другу – анатому и врачу из Геттингена Рудольфу Вагнеру³⁵. Однако получить мозг Вагнер мог лишь при условии, что сам его извлечет. Можно

³² P. Wright, «George Combe – phrenologist, philosopher, psychologist (1788–1858)», *Cortex* 41 (2005): 447–451.

³³ William Douglas Woody and Wayne Viney, «A History of Psychology: The Emergence of Science and Applications», 6th ed. (New York: Routledge, 2017).

³⁴ Stephen J. Gould, «The Mismeasure of Man» (New York: W. W. Norton, 1996).

³⁵ Brian Burrell, «Postcards from the Brain Museum: The Improbable Search for Meaning in the Matter of Famous Minds» (New

себе представить, как это неприятно и неловко – проводить вскрытие близкого друга, особенно вскрывать череп и извлекать собственно серое вещество! Вагнер пригласил на вскрытие нескольких помощников. Был среди них и выдающийся врач Конрад Фухс, которого тоже впоследствии вскрывал Вагнер. Судьба сыграла с ними злую шутку: мозг Гаусса и мозг Фухса случайно перепутали, и ошибка обнаружилась лишь через 150 лет³⁶. Еще до недоразумения мозг Гаусса взвесили, и оказалось, что он очень легкий – всего 1,3 кг, чуть выше среднего для взрослых мужчин, что, конечно, совсем не объясняло выдающихся умственных способностей «короля математиков». В попытке объяснить, почему Гаусс был гением, Вагнер указал на особенности борозд его мозга, которые в то время особенно интересовали нейроанатомов. Вагнер отметил, что впервые видит такие необычайно глубокие и извитые борозды³⁷. Однако теперь мы знаем, что эти параметры связаны с общим интеллектом разве что косвенно³⁸.

Коллекции мозгов и сегодня активно поддерживаются во многих медицинских учреждениях по всему миру. В наши дни они играют важнейшую роль как хранилища образцов тканей, облегчающие анализ неврологических болезней, которыми страдали некоторые доноры. Самая большая в мире коллекция мозгов находится у меня буквально по соседству – в городе Белмонт, штат Массачусетс³⁹. Гарвардский мозговой банк при Больнице имени Маклина хранит более 7000 человеческих мозгов в комнатах, уставленных холодильниками, витринами и пирамидами пластиковых контейнеров. Ученые и врачи выписывают оттуда пробы для гистологических и генетических исследований и получают их в виде двумерных вертикальных срезов (коронарных срезов) или парафиновых блоков с образцами иссеченных тканей. Вербовать доноров для пополнения запасов нелегко, поэтому работа подобных банков, естественно, зависит от того, насколько общество ценит мозг и нейрофизиологию.

За 200 лет, прошедших со времен Галля, интерес к мозгу – и общественный, и профессиональный – очень вырос. Джордж Буш-старший объявил 90-е годы прошлого века «декадой мозга», целью которой было «рассказать широкой общественности о пользе исследований мозга»⁴⁰. Вскоре после завершения декады, в 2004 году, Национальные институты здоровья США (крупнейший в мире спонсор медицинских исследований) обнародовали свой «План развития нейрофизиологических исследований» («Blueprint for Neuroscience Research»)⁴¹ в попытке подхлестнуть прогресс в нейробиологии при помощи целого ряда конкретных целей и «масштабных задач» для ученых. В 2013 году и правительство США, и Европейский союз объявили о планах объединить усилия по изучению мозга и пропаганде нейрофизиологии⁴². Все более активное участие общества и государства в развитии нейрофизиологии отражается и в статистике участия в масштабной конференции Нейрофизиологического общества: в 70-е рекордом было около 6 тысяч человек, в 80-е – 14 тысяч, в 90-е – 26 тысяч, в 2000 году – 35 тысяч⁴³. То есть «население» нейрофизиологической конференции больше, чем у большинства американских городков!

York: Broadway Books, 2004).

³⁶ R. Schweizer, A. Wittmann, and J. Frahm, «A rare anatomical variation newly identifies the brains of C. F. Gauss and C. H. Fuchs in a collection at the University of Göttingen», *Brain* 137 (2014): e269.

³⁷ Gould, «The Mismeasure of Man».

³⁸ M. D. Gregory et al., «Regional variations in brain gyrification are associated with general cognitive ability in humans», *Current Biology* 26 (2016): 1301–1305.

³⁹ Гарвардский университет, Больница имени Маклина, Гарвардский центр ресурсов мозговых тканей, hbtrc.mclean.harvard.edu

⁴⁰ George H. W. Bush, «Presidential Proclamation 6158», 1990.

⁴¹ R. F. Robert, W. Baughman, M. Guzman, and M. F. Huerta, «The National Institutes of Health Blueprint for Neuroscience Research», *Journal of Neuroscience* 26 (2006): 10329–10331.

⁴² Office of the Press Secretary, «Fact Sheet: BRAIN Initiative», The White House, 2013; HBP-PS Consortium, «The Human Brain Project: A Report to the European Commission», 2012.

⁴³ «Annual Meeting Attendance (1971–2014)», Society for Neuroscience, www.sfn.org/Annual-Meeting/Past-and-Future-

Стремительно уходит вверх и график популярности литературы о мозге. Количество бумажных книг на сайте «Amazon» по ключевому слову «brain» («мозг») каждые 10 лет начиная с 70-х возрастало примерно вдвое – этот экспоненциальный рост напоминает знаменитый закон Мура, согласно которому мощность компьютерных процессоров удваивается через равные промежутки времени⁴⁴. В 2014 году на сайте «Amazon» было 5070 «книг про мозг», из них 164 впервые вышли в свет в 70-е, 470 – в 80-е, 1676 – в нулевые и более полутора тысяч – в первую половину 2010-х, а это подтверждает, что тенденция к удвоению сохраняется и в наше десятилетие⁴⁵. За то же время постоянно росло и количество каталожных единиц с ключевыми словами «мозг» и «нейрон» в Американской национальной медицинской библиотеке – полном собрании публикаций по наукам о живой природе – с прибавки в 13 000 в год в 1970 году до более 60 000 год после 2010 года⁴⁶.

Такие же тенденции наблюдаются и в кампусах старшекурсников колледжей и университетов по всей Америке. В большинстве учебных заведений самая близкая к нейрофизиологии специализация – это психология, общая дисциплина, в которую входят и биология, и когнитивные исследования, и изучение поведения. Считается, что психология – вторая по популярности специализация в американских колледжах (она уступает только бизнесу)⁴⁷. Количество студентов, получающих диплом по психологии, возросло за последние десятилетия многократно – в 1970 году их было около 38 000, а в последние годы – свыше 100 000 ежегодно⁴⁸. В детстве я с изумлением узнал, что огромный концертный зал неподалеку от Корнельского университета, где работала моя мама, служил еще и учебной аудиторией для 1600 студентов-первокурсников – им читали там вводный курс по общей психологии⁴⁹. Такие же мега-группы студентов-психологов часто встречаются по всей стране – и для огромного количества людей они открывают двери к изучению внутреннего устройства их сознания и мозга.

Тенденции в образовании и СМИ наглядно показывают нам, как важна тема мозга в нашей жизни. Наш аппетит к литературе и лекциям о мозге – лишь одна из этих тенденций. Тема мозга затрагивает нас куда ближе: почти у всех есть родственники или знакомые, страдающие какими-то заболеваниями мозга, например, болезнью Альцгеймера или Паркинсона. Кроме того, многие из нас не понаслышке знают, как опасны сотрясения мозга и черепно-мозговые травмы и как вредят мозгу наркотики. Общество понемногу узнает об открытиях, которые были сделаны уже давно, но до последнего времени оставались достоянием специалистов. Благодаря этому мы узнали, как именно наш мозг участвует в восприятии и познании, и получили фальсифицируемые гипотезы о том, как работают эти механизмы. Френология давно отошла в прошлое, однако мы знаем, что разные отделы мозга и в самом деле отвечают за разные функции. А еще наш мозг способен меняться, хранить воспоминания, помогать принимать решения – и совершать ошибки. Фундаментальные нейрофизиологические исследования позволили нам распознать даже конкретные факторы на клеточном и молекулярном уровне, которые влияют на мозг, когда он меняется, запоминает, принимает решения и ошибается. Но изменились ли мы сами благодаря новым знаниям о мозге? Нейрофизиология учит нас, что

Annual-Meetings/Annual-Meeting-Attendance-Statistics/AM-Attendance-Totals-All-Years

⁴⁴ G. E. Moore, «Cramming more components onto integrated circuits», *«Proceedings of the Institute of Electrical and Electronics Engineers»* 86 (1965): 82–85.

⁴⁵ Поиск www.amazon.com среди книг по «математике и естественным наукам», ключевое слово «brain» (только печатные издания), май 2014 года.

⁴⁶ Поиск каталожных единиц Американской национальной медицинской библиотеки (US National Library of Medicine) на сайте www.pubmed.com по ключевым словам «brain» и «neuron», май 2014 года.

⁴⁷ Carly Stockwell, «Same As It Ever Was: Top 10 Most Popular College Majors», *«USA Today»*, 26 октября 2014 года.

⁴⁸ «Table 322.10: Bachelor's Degrees Conferred by Postsecondary Institutions, by Field of Study: Selected Years, 1970–71 Through 2014–15», National Center for Education Statistics, nces.ed.gov.

⁴⁹ Karen W. Arenson, «Lining Up to Get a Lecture: A Class with 1,600 Students and One Popular Teacher», *«New York Times»*, November 17, 2000.

деятельность нашего мозга основана на биологических процессах – почему же это не влияет на наши привычки и мнения? Почему у нас не изменились представления о личной ответственности и самосознании? Почему наше общество не перестало наказывать и вознаграждать людей в целом так же, как 100 лет назад? Почему мы по-прежнему стигматизируем душевнобольных – в отличие, скажем, от больных пневмонией или почечной недостаточностью? Почему мы относимся к препаратам и методам лечения, воздействующим на мозг, иначе, чем ко всему, что воздействует на остальной организм? Кто-то скажет, что наше нейрофизиологическое понимание основных ментальных процессов пока еще примитивно и поэтому не может влиять на проблемы реального мира. Но ведь обществу XIX века вовсе не понадобилось на молекулярном уровне понимать, что такое инфекционные агенты, чтобы отказаться от кровопускания как от лечения всех болезней. И большинству людей с высшим образованием не нужно полное описание всех факторов, влияющих на изменения климата и знание тонкостей макроэкономических теорий и природы межплеменной вражды в Афганистане, чтобы уловить суть и сделать выводы о том, что следует предпринять. Так что если нейрофизиология до сих пор не оказала существенного влияния на наше мировоззрение, что ей помешало?

На этот вопрос можно, в частности, ответить, что несмотря на успехи просвещения в области науки о мозге большинство из нас по-прежнему не желает учитывать эти знания о природе нашего сознания и нашего «я» в повседневной жизни. Мы привычно проводим грань между миром умственного и миром физического – и в разговорах, и при научном анализе. Пусть даже мы понимаем, что когнитивные процессы обусловлены физическими явлениями в мозге и вокруг него, все равно мы, в сущности, возводим стену между этим непреложным фактом и своими осознанными мыслями и поступками. Мозг редко вторгается в нашу повседневность, редко напоминает о своем слегка потустороннем присутствии – ни тебе запоров, ни урчания, ни зуда. Поэтому функционирование человеческого мозга почти всегда представляется чем-то абстрактным, неизмеримым, далеким. Нейрофизиологические открытия – это как новости из далеких стран: они подталкивают к тому, чтобы о чем-то почитать или что-то исследовать, но будто бы прямо нас не касаются. Чтобы нейрофизиология изменила нас, нам нужно наладить личные отношения с мозгом, а для этого – избавиться от излишнего восхищения, заставляющего нас держаться на расстоянии от органа сознания и личности.

Убедиться в том, как восхищение мозгом приводит к нереалистичным представлениям о его роли, легко на примере изображений. Когда изображение мозга появляется в журналах или в видеоматериалах, это всегда какая-то сюрреалистическая фигура, которая парит в пустоте, зачастую светится голубым светом, будто световой меч Люка Скайуокера, и искрится оккультной силой (см. рис. 1). Мне ярче всего запомнился мозг, который я видел в юности, – он жил в цистерне с зеленой слизью и пульсировал светом, а принадлежал злодею Морбиусу из телесериала «Доктор Кто», массовому убийце, одержимому манией величия, с которым по ходу действия приключился несчастный случай⁵⁰. На научных иллюстрациях мозг обычно сияет флуоресцентными цветами или испещрен яркими красными и желтыми точками, отражающими мозговую активность при сканировании. Даже на обложках учебников по неврологии мозги обычно блестят или светятся, а иногда предстают в виде призрачных рентгеновских снимков⁵¹. От этих изображений веет тайной и мощью, как от древних идолов из золота и слоновой кости.

⁵⁰ «Мозг Морбиуса» – пятая серия тринадцатого сезона британского научно-фантастического телесериала «Доктор Кто» («British Broadcasting Corporation», режиссер Кристофер Барри), состоящая из четырех эпизодов, которые были показаны в период с 3 по 24 января 1976 года.

⁵¹ Eric R. Kandel, James H. Schwartz, and Thomas M. Jessell, eds., *«Principles of Neural Science»*, 3rd ed. (New York: Appleton & Lange, 1991); Mark F. Bear, Barry W. Connors, and Michael A. Paradiso, *«Neuroscience: Exploring the Brain»*, 3rd ed. (Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2006); David E. Presti, *«Foundational Concepts in Neuroscience: A Brain-Mind Odyssey»* (New York: W. W. Norton, 2015); Paul A. Young, Paul H. Young, and Daniel L. Tolbert, *«Basic Clinical Neuroscience»*, 3rd ed. (Philadelphia: Wolters Kluwer, 2015).

Поневоле вспомнишь Духа Святого в виде сияющей птицы на полотнах Возрождения и нимбы богов и святых на культовых изображениях со всего света.



Рис. 1. Типичное изображение таинственного мозга. (По лицензии Adobe Stock)

Такие изображения зачастую наглядно отражают чувства, которые не так очевидны в осознанных мыслях и словах. Известно, что Пикассо, создавая портреты возлюбленных, искажал их черты тем сильнее, чем больше остывал к ним. «Девушке, наверное, очень обидно видеть на портрете, что с ней скоро расстанутся», – заметил как-то художник⁵². Психолог Карл Юнг усматривал свидетельства бессознательного в самых разных изображениях – от древних религиозных артефактов до галлюцинаций своих пациентов, страдавших шизофренией. И некоторые изображения сияющего мозга сильно напоминают архетипические формы Юнга, «солнечный фаллос» – полурелигиозный символ либидо, который то и дело возникает в культуре на протяжении всей истории человечества⁵³. Из-под светящихся полушарий мозговой коры чувственно торчит продолговатый мозг, *medulla oblongata*, мозговой регулятор жизненно важных примитивных функций, в том числе дыхания и сердцебиения. Да, Юнгу такое сходство очень бы понравилось.

Сверхъестественная иконография мозга и отражает, и подкрепляет романтические представления о том, что происходит промеж ушей, – обожествляет и сам мозг, и то, что он делает, и то, что он заставляет делать нас. *Сакрализация мозга* подталкивает многих из нас к тому, чтобы считать мозг квинтэссенцией человеческого в нас, сводить свои проблемы к его проблемам и изучать его, а не есть. Когда мы обожествляем мозг, происходит то же самое, что и при сакрализации чего угодно: мозг окутывается завесой тайны и волшебства, обретает колдовское обаяние, и тогда будто бы уже и нельзя относиться к мозгу чисто академически. Интересоваться – даже за гранью одержимости – можно чем угодно (кулинарией, коллекционированием марок, игрой в «Dungeons & Dragons»), но все это едва ли обладает неуловимым свойством сакрального. К тому же сакральное редко становится предметом научного изучения. И пусть некоторые самые насущные темы современности – причины рака, свойства новейших материалов, алгоритмы машинного самообучения – и вызывают пристальный интерес ученых и общественности, но все же они лишены той притягательности, которой обладает мозг для многих из нас. А сакрализуются в основном те направления научной мысли, которые затрагивают важнейшие вопросы бытия, – например, происхождение Вселенной или природа сознания.

⁵² Arianna Huffington, «Picasso: Creator and Destroyer», «Atlantic» (июнь 1988).

⁵³ C. G. Jung, «Wandlungen und Symbole der Libido» (Vienna: Franz Deuticke, 1912).

Сакрализация и загадочность вдохновляют на изучение и исследования, но одновременно и мешают прогрессу и просвещению. «Загадка женственности» – революционная книга Бетти Фридан, вышедшая в 1963 году, – рассказывала о глубоко укорененных в культуре стереотипах, касающихся места женщины в обществе, и о том, как эти стереотипы мешают женщинам⁵⁴. Бетти Фридан утверждала, что сакрализация этих стереотипов заставляет женщин против своей воли отказываться от честолюбивых устремлений ради традиционно женских домашних ролей. К серьезным последствиям приводила и привычка к сакрализации дальних краев. «Загадка Востока», культивировавшаяся в Европе столетиями, породила обильный литературно-художественный урожай – так называемый ориентализм. Это культурное движение с его объективизацией жителей Востока и их традиций в наши дни считается одним из столпов колониализма⁵⁵. Кто-то возразит, что наука в целом сакральна и этим иногда злоупотребляют. Сакральная загадка науки – удел отраслей, которые не имеют дела с миром природы либо лишены детерминистских характеристик, обычно свойственных естественным наукам. А научная объективность – это престижно, чем и оправдывали свои злодеяния сторонники расистских теорий, легших в основу и европейского империализма, и зверств Второй мировой войны. Сакрализация мозга – такая же мощная иллюзия того, что наш мозг – а следовательно, и мы сами – обладает какими-то исключительными способностями. Так мы закрываем глаза на неизбежные выводы, которые пришлось бы сделать из предпосылки, что наше сознание имеет биологические основы, и идеализируем главный орган сознания различными способами, которые рассмотрим в этой книге. Когда мы считаем, что мозг – всемогущая структура, содержащая все самое главное, что касается нашей личности, интеллекта и воли, то копируем духовные практики прошлого. В сущности, сакрализация мозга приводит к психологическому *переносу* старых представлений о душе на новые представления о мозге⁵⁶.

Остаток части I этой книги мы проведем на психотерапевтической кушетке и изучим и деконструируем различные манифестации нейрофизиологических фантазий, которые заставляют нас отрицать свое органическое «я».

⁵⁴ Betty Friedan, «*The Feminine Mystique*» (New York: W. W. Norton, 1963).

⁵⁵ Edward Said, «*Orientalism*» (New York: Pantheon Books, 1978).

⁵⁶ Sigmund Freud, «*An Autobiographical Study*», translated and ed. James Strachey, «*Complete Psychological Works of Sigmund Freud*» (New York: W. W. Norton, 1989).

Глава вторая

Гуморальная феерия

Самая характерная черта сакрализации мозга – искусственное разделение между мозгом и телом. В этой главе мы рассмотрим, как этому разделению способствуют механистические представления о мозге, а особенно вездесущая аналогия между мозгом и компьютером. Настоящий мозг – штука неаппетитная, сплошные жидкости, химикалии и клейкие клетки под названием «нейроглия». Главный узел нашего биологического разума гораздо больше похож на другие органы, чем на рукотворное устройство, однако наша манера думать и говорить о нем зачастую затемняет его подлинную природу.

Аллегорией долгой истории подобных заблуждений вполне может служить статуя, стоящая, расставив ноги, на пилястре фасада дома номер 6 по Барлингтон-гарденс в лондонском районе Мэйфэр. Это статуя Клавдия Галена Пергамского (известного как просто Гален) – пожалуй, самой авторитетной фигуры в истории медицины. На лице его холодная усмешка человека, у которого все под контролем, – ведь свое ремесло он изучил на гладиаторской арене, на службе четырем римским императорам, и свыше тысячи лет считался непревзойденным оракулом медицинской истины. В каменных руках Галена покоится череп – символ биологических принципов, которые он демонстрировал во время публичных вскрытий в присутствии римских аристократов и ученых. Место Галена в пантеоне великих интеллектуалов – дань уважения и его открытиям, и трудолюбию, с которым он писал свои многочисленные произведения (по некоторым подсчетам, в них три миллиона слов). Арабские и европейские ученые столетиями копировали, дополняли и уточняли его работы, как священное писание⁵⁷. В Барлингтон-гарденс, вдали от своей родины в Малой Азии, Гален очутился в окружении таких же светил, дорогих научной культуре викторианской эпохи. Естественно, его облик вымышлен: никаких прижизненных изображений Галена не сохранилось.

Исследования Галена во многом поспособствовали триумфу мозгоцентрических представлений о познании. О том, что мозг есть вместилище разума, чувств и эмоций, уже писал за 400 лет до Галена Гиппократ Косский⁵⁸, однако римские современники Галена придерживались аристотелевского кардиоцентрического убеждения, что все тело, в том числе и мозг, контролируется сердцем и сосудистой системой. А с точки зрения Галена сердце и сосуды играли важную, но вспомогательную роль: они обеспечивали «жизненный дух», придававший телу силы. Гален делал ставку на мозг в основном по результатам наблюдений над тем, как те или иные раны влияют на способность двигаться у гладиаторов: весьма кровавый источник данных, к счастью, недоступный ученым более позднего времени⁵⁹.

Кроме того, Гален тщательно проводил вскрытия и возвел свою технику в ранг искусства. Он вскрывал только животных: человеческие тела считались священными (по крайней мере, вне арены), и расчленять их ради эксперимента запрещалось даже после смерти. Гален проследил периферийные нервы животных к истоку у основания мозга и тем самым доказал, что мозг контролирует все тело. В ходе одного известного эксперимента у живой свиньи перерезали один такой нерв – гортанный, и свинья утрачивала голос⁶⁰. Вероятно, туши и части тел живот-

⁵⁷ Penny Bailey, «Translating Galen», Wellcome Trust Blog, blog.wellcome.ac.uk/2009/08/18/translating-galen, 18 августа 2009 года.

⁵⁸ Stanley Finger, «Origins of Neuroscience: A History of Explorations into Brain Function» (New York: Oxford University Press, 2001).

⁵⁹ Гладиаторские бои отошли в прошлое, однако черепно-мозговые травмы получают и при других обстоятельствах, и они и в наши дни снабжают неврологов и нейрофизиологов данными, которые наталкивают на важные открытия. В других разделах этой книги приведено много подобных примеров.

⁶⁰ C. G. Gross, «Galen and the squealing pig», «Neuroscientist» 4 (1998): 216–221.

ных добывали Галену рабы на ближайших рынках. В то время легко можно было купить целые головы животных, предназначенные, несомненно, на столы богачей. Гален препарировал их, чтобы выявить примечательные черты внутричерепной анатомии. Особенно его интересовали структуры, которые он считал передаточным звеном между сосудами и мозгом. Он считал, что эти структуры обращают жизненный дух в «животный» – жидкую субстанцию, которой он приписывал сознание и умственную деятельность. Кандидатами на роль передаточного звена была внутренняя оболочка желудочков – заполненных жидкостью полостей, характерных для мозга позвоночных, – а также любопытная сетчатая структура взаимосвязанных кровеносных сосудов, которая так сильно отличалась от остальных анатомических находок Галена, что он назвал ее «rete mirabile» – «чудесная сеть».

Эта сеть постоянно упоминается в сочинениях Галена о мозге⁶¹. В сущности, он считал ее биологическимместилищем души, и почтение к важнейшей роли этой структуры передавалось затем из поколения в поколение как истина в последней инстанции. А на самом деле rete mirabile – такая же выдумка, как и статуя в Барлингтон-гарденс. Анатомы эпохи Возрождения установили, что она встречается только у животных, а у людей ее нет. Один из основоположников анатомии Андреас Везалий в своем монументальном труде «De Humani Corporis Fabrica» («Об устройстве человеческого тела»), вышедшем в 1543 году, уверенно писал, что кровеносные сосуды у основания мозга человека «не способны создать такой plexus reticularis, о котором упоминает Гален»⁶². Гален и вправду сделал ошибочные обобщения из результатов вскрытия животных, но его выводы оказались искаженными из-за культурных табу его времени. Однако rete mirabile как символ загадочных свойств мозга упоминалась еще долго после того, как ее существование опровергли научно. Через 100 лет после Везалия убежденность Галена вдохновила английского поэта Джона Драйдена на такие строки: «Иль просто повезло, что твоего ума // Густая сеть, душе подчинена, // Застрясть в ячейках скуке не дает, // А ловит лишь фантазии полет?» (пер. А. Кузнецовой).

История галеновской «сети» показывает, как яркие, но произвольно взятые или даже несуществующие черты мозга привлекают к себе особое внимание, поскольку резонируют с культурой той или иной эпохи. Во времена Галена главный приз отошел к rete mirabile и ее роли в теории человеческого мозга, управляемого «духами». Как мы увидим в этой главе, в наши дни подобное первое по важности место присуждают биоэлектрической активности нервной системы и ее роли в модели «мозга как вычислительной машины». В дальнейшем я покажу, что сакрализация мозга в наше время поддерживается расхожим образом мозга-машины, а также предложу альтернативную, более органичную картину функционирования мозга, которая позволит развеять мистический флер и при этом, что любопытно, напоминает древнюю теорию духов.

* * *

Мозг и сознание, как и другие чудеса природы, всегда были популярной темой поэтических метафор. Еще задолго до Драйдена Платон писал, что душа (то есть сознание) человека подобна упряжке, в которую запряжены два коня: здравый смысл сдерживает ее и направляет, а страсть гонит куда придется⁶³. В 1940 году великий нейрофизиолог Чарльз Шеррингтон, вооруженный куда более глубокими познаниями в биологии, описывал мозг как «волшебный ткац-

⁶¹ Edwin Clarke and Kenneth Dewhurst, «An Illustrated History of Brain Function: Imaging the Brain from Antiquity to the Present» (San Francisco: Norman Publishing, 1996).

⁶² Andreas Vesalius, «De Humani Corporis Fabrica», цит. по: Charles J. Singer, «Vesalius on the Human Brain: Introduction, Translation of Text, Translation of Descriptions of Figures, Notes to the Translations, Figures» (London: Oxford University Press, 1952).

⁶³ Платон, «Федр», Перевод А. Н. Егунова // Платон. Собр. соч. в 4 томах. Том 2. М.: Мысль, 1993.

кий станок, где миллионы стремительных челноков ткут тающий узор – всегда осмысленный, но вечно изменчивый, непостоянную гармонию суб-узоров»⁶⁴. Метафора волшебного ткацкого станка попала в названия нескольких книг, у нее есть даже своя страница в «Википедии». Шеррингтон строит свой образ на нитях, что напоминает Галенову сеть, а намек на музыку резонирует с образным рядом других писателей, уподоблявших мозг фортепиано или фонографу, поскольку и то, и другое подражает способности мозга выдавать обширный репертуар сложных, но хронологически организованных последовательностей⁶⁵. Антрополог Артур Кейт в своей книге «Двигатели человеческого тела» (1920) предложил более прозаичное сравнение с автоматическим телефонным коммутатором, отражавшее способность мозга связывать разные чувственные впечатления и выдавать поведенческие реакции⁶⁶.

В наши дни самая популярная аналогия разума и сознания – компьютер. И понятно почему: современные компьютеры, как и наш разум, способны проявлять свой интеллект неожиданно и загадочно. Критики такого подхода возражают, что нельзя сводить человеческое сознание и понимание к бездушному перевариванию цифр в недрах процессора⁶⁷. Аналогия между разумом и компьютером в той или иной степени упрощает либо игнорирует сознание, а значит, в той же степени принижает то, что мы считаем главным в себе. Представление о разуме как о вычислительной машине зародилось в те времена, когда человеческий разум очевидно превосходил компьютеры, поэтому сравнение было несколько обидным. Сегодня же все почти наоборот: компьютеры для нас – сочетание безупречного владения арифметикой, огромной памяти и точности, с которыми наш разум, конечно, не в силах сравниться.

Большинство ученых и философов согласны с аналогией между разумом и компьютером и так или иначе включают ее в свое профессиональное кредо – и пассивно, и активно. А поскольку разум тесно связывают с мозгом, подобным же образом распространено и представление о мозге как компьютере. В нашей культуре этот образ поистине вездесущ. Один из самых ярких эпизодов оригинального сериала «Звездный путь» начинается с того, что инопланетная цивилизация похищает мозг Спока и внедряет его в гигантский компьютер, где тот контролирует системы жизнеобеспечения целой планеты⁶⁸. Роботы из научно-фантастических произведений, как правило, носят в голове то ли мозги-компьютеры, то ли компьютеры-мозги – от позитронных мозгов из «Я, робот» Айзека Азимова до разладившегося мозга, занимающего исполинский череп Марвина, андроида-параноика, из экранизации «Автостопом по галактике» 2005 года⁶⁹. Напротив, многие настоящие роботы, спроектированные, например, в агентстве DARPA (Управление перспективного планирования оборонных научно-исследовательских работ министерства обороны США), носят свои процессоры в груди или и вовсе в нескольких местах по всему телу – не так похоже на мозг, зато лучше защищено от поломок⁷⁰. Научно-популярные журналы пестрят аналогиями между мозгом и компьютером: они то и дело сравнивают мозг с настоящими компьютерами с точки зрения скорости и производительности.

⁶⁴ Charles S. Sherrington, *«Man on His Nature»* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1940).

⁶⁵ K. L. Kirkland, «High-tech brains: A history of technology-based analogies and models of nerve and brain function», *«Perspectives in Biology and Medicine»* 45 (2002): 212–223.

⁶⁶ Arthur Keith, *«The Engines of the Human Body: Being the Substance of Christmas Lectures Given at the Royal Institution of Great Britain, Christmas, 1916–1917»* (London: Williams and Norgate, 1920).

⁶⁷ J. R. Searle, «Minds, brains, and programs», *«Behavioral and Brain Sciences»* 3 (1980): 417–457; Роджер Пенроуз, «Новый ум короля. О компьютерах, мышлении и законах физики» (Москва: Едиториал УРСС, ЛКИ, 2015).

⁶⁸ «Мозг Спока», «Звездный путь», 3 сезон, эпизод 1, режиссер Марк Дэниелс, «CBS Television», 20 сентября 1968 года.

⁶⁹ Айзек Азимов, «Я, робот» (Москва: Знание, 1964); «Автостопом по галактике», реж. Гарт Дженнингс (Buena Vista Pictures, 2005).

⁷⁰ M. Raibert, K. Blankespoor, G. Nelson, R. Playter, and the BigDog Team, «BigDog, the rough-terrain quadruped robot», *«Proceedings of the 17th World Congress of the International Federation of Automatic Control»* (2008): 10822–10825; S. Colombano, F. Kirchner, D. Spennberg, and J. Hanratty, «Exploration of planetary terrains with a legged robot as a scout adjunct to a rover», *«Space 2004 Conference and Exhibit, American Institute of Aeronautics and Astronautics»* (2004): 1–9.

Но что нам дает сравнение мозга с компьютером? Помогает ли оно нам что-то понять? Пальцы похожи на китайские палочки для еды. Кулаки – на молотки. Глаза – на фотокамеры. Рот и уши – на телефон. Эти аналогии ничего не стоят, поскольку слишком очевидны, поэтому они и не укореняются в культуре. Инструменты, входящие в каждую пару, – это предметы, предназначенные для работы, которую мы, люди, и так приспособились выполнять в ходе эволюции, просто хотим делать ее еще лучше или по крайней мере немного иначе: затем мы и создали эти орудия. В какой-то момент мы решили, что хотим перемножать большие числа быстрее и точнее, чем получается в уме, и придумали орудия и для этого. Оказалось, что эти орудия годятся и для многих других задач, которые мы тоже способны решать при помощи мозга: запоминать, доказывать теоремы, распознавать голоса, водить машину, направлять ракеты. Мозг похож на компьютер, потому что компьютеры придуманы, чтобы делать то же самое, что и мозг, только лучше.

Мозг похож на компьютер в такой степени, что физические аналогии между мозгом и компьютером возникли на самой заре цифровой эпохи, еще в 1957 году, когда Джон фон Нейман, математик и изобретатель первых компьютерных технологий, написал книгу «Computer and the Brain» («Компьютер и мозг»). Фон Нейман утверждал, что математические операции и конструктивные принципы цифровых машин, вероятно, похожи на феномены и механизмы мозговой деятельности⁷¹. Отчасти сходство, подтолкнувшее фон Неймана к таким параллелям, очевидно. И мозг, и компьютер, как известно, зависят от электричества. Биоэлектрическую активность нервной системы можно зарегистрировать даже удаленно при помощи электродов, размещенных вне мозговых клеток и даже вне головы, так что биоэлектрическая активность служит особенно наглядным показателем мозговой деятельности. Если вам когда-нибудь делали электроэнцефалографию (ЭЭГ), то вы наблюдали это явление в действии: к коже головы прикрепляли тоненькие проводки (или надевали шапочку с ними), после чего считывали данные об электрической активности мозга. Электроэнцефалограмма позволяет распознать признаки эпилепсии, мигрени и других расстройств.

Электрические сигналы мозга обусловлены крошечными перепадами напряжения на мембранах, окружающих нейроны, – как перепады между клеммами батарейки (см. рис. 2). Но, в отличие от батареек, трансмембранные перепады напряжения (мембранные потенциалы) динамически колеблются в зависимости от времени, поскольку через клеточную мембрану течет поток электрически заряженных молекул – ионов. Если напряжение нейронной мембраны колеблется сильнее 20 милливольт относительно уровня, когда клетка находится в покое, может возникнуть гораздо более сильный всплеск напряжения – так называемый *потенциал действия*, или *спайк*. Во время потенциала действия ионы мечутся туда-сюда по крошечным каналам в мембране, и напряжение нейрона меняется примерно на 100 милливольт и возвращается к исходной величине всего за несколько миллисекунд. Если у нейрона возникают такие всплески электрической энергии, мы говорим, что он «стреляет». Потенциалы действия распространяются по нервным волокнам быстрее мчащегося гепарда – благодаря этому разные участки мозга способны взаимодействовать с достаточной скоростью, чтобы обеспечивать восприятие и когнитивные функции⁷². Большинство нейронов выстреливает потенциалами действия с частотой от нескольких в секунду до около 100 в секунду⁷³. В этом отношении нейронные потенциалы действия напоминают электрические импульсы, приводящие в действие наши модемы и роутеры и позволяющие нашим компьютерам и другим цифровым устройствам про-

⁷¹ John von Neumann, «The Computer and the Brain» (New Haven, CT: Yale University Press, 1958).

⁷² R. D. Fields, «A new mechanism of nervous system plasticity: Activity-dependent myelination», «Nature Reviews Neuroscience» 16 (2015): 756–767; Mark Carwardine, «Natural History Museum Book of Animal Records» (Richmond Hill, ON: Firefly Books, 2013).

⁷³ A. Roxin, N. Brunel, D. Hansel, G. Mongillo, and C. van Vreeswijk, «On the distribution of firing rates in networks of cortical neurons», «Journal of Neuroscience» 31 (2011): 16217–16226.

изводить вычисления и налаживать связь друг с другом. Измерения этой электрофизиологической активности – основа экспериментальной нейрофизиологии, а электрические сигналы часто считают языком, на котором клетки мозга разговаривают друг с другом – этакой мозговой lingua franca⁷⁴.

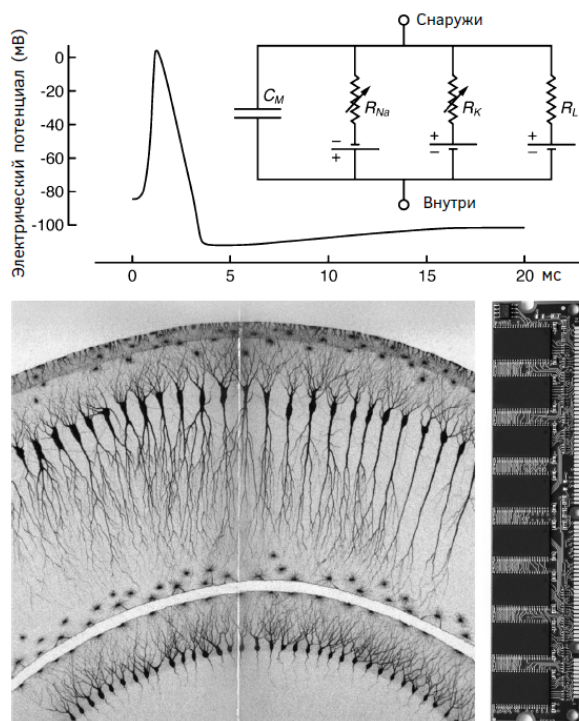


Рис. 2. «Электронно-вычислительные» аналогии с функционированием мозга. *Вверху:* зависимость трансмембранного потенциала от времени при потенциале действия, на врезке показана модельная электрическая схема, которая позволяет рассчитать этот процесс с точки зрения обычной электротехники. На основе работы А. Л. Hodgkin, А. Ф. Huxley; *внизу слева:* нервная структура гиппокампа, иллюстрация знаменитого нейроанатома Камилло Гольджи; *внизу справа:* плата памяти современного компьютера (по лицензии Adobe Stock)

Есть в мозгах и электрические нейронные сети, чем-то напоминающие интегральные микросхемы в компьютерах. Нейронные сети – это группы нейронов, соединенных между собой *синапсами*. Многие нейрофизиологи считают синапсы самыми фундаментальными единицами нейронных связей, поскольку синапсы модулируют нервные сигналы при переходе от клетки к клетке. В этом смысле синапсы напоминают транзисторы – атомарные элементы устройства компьютера, которые то включаются, то выключаются и регулируют поток электрического тока при цифровой обработке сигналов. Человеческий мозг содержит миллиарды нейронов и триллионы синапсов – гораздо больше, чем транзисторов в обычном персональном компьютере в наши дни⁷⁵

⁷⁴ Lingua franca – язык или диалект, используемый по взаимной договоренности для общения между людьми, для которых он не родной.

⁷⁵ Например, процессоры «Intel Skylake», установленные в лэптопы Apple Macbook Pro 2016 года, содержат почти два миллиарда транзисторов, примерно в 50 раз меньше, чем нейронов в человеческом мозге.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

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

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