



# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие ко второму изданию . . . . .	6
Введение . . . . .	7
Глава первая. ВЫРИСОВЫВАЮЩИЙСЯ ЛАНДШАФТ . . . . .	10
Глава вторая. ВЕЛИКОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ . . . . .	34
Глава третья. ЧТО СКРЫТО В ГЛУБИНЕ . . . . .	54
Глава четвертая. ПЕРЕМЕНЧИВЫЙ КЛИМАТ . . . . .	80
Глава пятая. СВОЙ СОБСТВЕННЫЙ МИР . . . . .	106
Глава шестая. КАК ПРЕОДОЛЕТЬ ПРОПАСТЬ . . . . .	136
Глава седьмая. ПАМЯТЬ И ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ . . . . .	158
Глава восьмая. ЗАОБЛАЧНЫЕ ВЫСОТЫ . . . . .	179
Источники . . . . .	207
Иллюстрации . . . . .	213
Библиографический список . . . . .	214
Предметно-именной указатель . . . . .	218

## ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

Я написала эту книгу потому, что в то время, когда я начала работать над ней (в конце 90-х годов), ничего похожего еще не существовало — что, по-моему, являлось досадным упущением. Десятилетие, предшествовавшее выходу первого издания, ознаменовалось появлением методов функциональной нейровизуализации: от нечетких позитронно-эмиссионных томограмм мозга обезьян до детальнейших — с помощью функциональной магнитно-резонансной томографии — исследований происходящих в человеческом мозге когнитивных процессов. Это впервые позволило нам увидеть в работе механизмы, порождающие субъективный мир каждого из нас.

Я считала и считаю, что этот взгляд на мир, который, как казалось большинству, обречен навсегда остаться непостижимым, был самым замечательным откровением за всю историю науки. Однако полученная на тот момент картина была до обидного неполной. Моя книга “Как работает мозг” стала попыткой соединить имеющиеся обрывки знаний, поместив их в общий психологический и эволюционный контекст.

Полученный результат я сравнила бы со старинной географической картой, значительную часть которой занимали неизведанные области, населенные какими-нибудь драконами. Теперь, двенадцать лет спустя, карта стала гораздо информативнее: в настоящем издании мне удалось заполнить многие участки, ранее оставшиеся пустыми, четче обозначить подтвержденные исследованиями контуры и изменить те, которые, как выяснилось, были намечены неправильно. На смену отдельным размытым изображениям, полученным с помощью первых томографов, пришли более качественные, в том числе, например, превосходные результаты диффузионно-тензорной визуализации, прояснившие ход нервных путей и харак-

тер нервных связей. Кроме того, для нового издания я дополнила книгу разделами, посвященными важнейшим недавним открытиям, таким как зеркальные нейроны и работа мозга “по умолчанию”.

Первое издание предназначалось для тех, кому (как и мне самой) не терпелось узнать, как работает человеческий мозг, и получить представление, пусть приблизительное, о новейших данных в этой области — просто потому, что мы считаем эту тему самой интересной на свете. Тем не менее книгой стали пользоваться и студенты, специализирующиеся в различных сферах, поэтому во втором издании я балансировала между жанрами учебника и научно-популярной книги. Надеюсь, у меня получилось.

В 1998 году Джордж Г. У. Буш провозгласил последнее десятилетие XX века “десятилетием мозга”. Открытия, сделанные в те годы, действительно поразительны, но, оглядываясь назад, мы видим, что наука о мозге тогда еще только нащупывала себе дорогу. Чем-то фантастическим казалась сама возможность определять нервные импульсы, порождающие “высшие” функции психики, такие как альтруизм, сопереживание или нравственные принципы, либо использовать методы томографического сканирования как детектор лжи, либо вводить электрические сигналы, поступающие от чьего-либо мозга в компьютер и наблюдать на дисплее возникающие в сознании человека образы. Сегодня это доступно, и мы начинаем пожинать плоды практического и коммерческого использования подобных достижений. И хотя “десятилетие мозга” закончилось, “десятилетие работы мозга” только начинается.

## ВВЕДЕНИЕ

Человеческий мозг не спешил делиться своими тайнами. До недавнего времени процессы, порождающие мысли, воспоминания, чувства и восприятие, нельзя было непосредственно исследовать, и об их природе можно было судить лишь по внешним проявлениям. Новейшие технологии нейровизуализации сделали работу мозга видимой, как рентгеноскопия сделала видимыми кости. В XXI веке аппаратура для функциональной томографии мозга дает нам возможность добираться до самых основ психики, подобно тому, как первые корабли, пересекавшие океаны, давали возможность добираться до самых далеких уголков Земли.

Картированием мозга занимаются крупнейшие ученые. Они выясняют, где именно в мозге происходят процессы, вызывающие те или иные ощущения и поведенческие реакции. В этой книге данные об открытиях изложены доступно даже для тех читателей, кто совершенно не сведущ в естественных науках и не особенно ими интересуется. Это великое дело — картирование мозга — заслуживает всеобщего внимания, потому что оно позволяет приоткрыть одну из самых древних тайн: связь психики и мозга. Кроме того, оно позволяет нам узнать немало нового о самих себе и проливает свет на странности человеческого поведения. В частности, теперь у нас есть возможность проникнуть в биологические основы психических заболеваний: глядя на бурную активность в определенном участке мозга пациента, одержимого навязчивой идеей, или на тусклое свечение мозга, подверженного депрессии, любой здравомыслящий человек убедится в том, что это физические нарушения, а не какие-то неизъяснимые душевные недуги. Теперь есть возможность точно так же находить источники и наблюдать в действии механизмы гнева, насилия и заблуждений и даже отслеживать физические проявления таких сложных психических

качеств, как доброта, юмор, бессердечность, общительность, альтруизм, материнская любовь или самосознание.

Знания, которые дает нам картирование мозга, не только просвещают, но и обладают огромной практической и общественной важностью, потому что они прокладывают путь к воссозданию нашей психики, которое некогда было предметом научной фантастики. Подобно тому, как знания о человеческом геноме скоро позволят манипулировать базовыми физическими процессами, лежащими в основе нашего развития и жизнедеятельности, картирование мозга предоставит нам инструмент для точного управления его активностью.

В отличие от геномной инженерии, такое управление не потребует новых хитроумных технологий: для него понадобится лишь немного усовершенствовать уже имеющиеся средства фармацевтического, хирургического, электромагнитного и психологического вмешательства. Сейчас их возможности ограничены как раз тем, что они применяются (в буквальном смысле) методом проб и ошибок, но когда подробные карты работы нашего мозга будут готовы, тонкие психотропные воздействия можно будет проводить настолько точно, что это позволит влиять на душевное состояние (и поведение) человека почти как угодно. Могут оказаться доступными даже методы, настолько меняющие индивидуальное восприятие, что, если мы захотим, то сможем жить в виртуальной реальности, мало подвергаясь воздействию окружающей среды.

Разумеется, подобные устремления стары как мир. Они проявляются в бесконечных попытках воздействовать на сознание с помощью психотропных веществ, острых ощущений и самовнушения. Новым является то, что картирование мозга может скоро позволить делать нам то же самое без обычных побочных эффектов. Личностные, социальные и полити-

ческие последствия этого шага будут потрясающими, и одна из самых серьезных этических проблем, с которыми мы столкнемся в этом столетии, будет состоять в том, чтобы решить, как именно следует применять столь мощное орудие.

Те, кто непосредственно занимается картированием мозга, терпеть не могут обсуждать подобные вещи. Учитывая, что эти люди трудятся в одной из передовых отраслей науки, где значение открытий нередко беззастенчиво преувеличивают в борьбе за финансирование, они на удивление склонны замалчивать возможности применения своих разработок. Одна из причин этого состоит в том, что современная нейробиология поведения человека возникла недавно, и в нее пришли ученые из многих других областей: физики, радиологии, неврологии, молекулярной биологии, психологии, психиатрии, даже математики и философии. Им еще предстоит сформировать общую систему взглядов или указать общие цели, выходящие за рамки непосредственных задач картирования происходящих в мозге процессов. Кроме того, многих специалистов по работе мозга страшит возможность того, что их исследования привлекут к себе внимание желтой прессы, как это случилось с исследованиями генетиков. Проект “Геном человека” вызвал массу скандальных публикаций, пророчивших всевозможные беды и породивших подозрительность и ужесточение контроля за деятельностью их коллег генетиков. Исследователи мозга отнюдь не стремятся привлечь к себе подобное внимание. На конференции по картированию мозга в 1997 году (я оказалась там единственным репортером) один из докладчиков показал обложку журнала “Тайм”, посвященную нейропсихологии, в качестве предупреждения о том, к чему может привести болтовня с непосвященными. В статье, с которой была связана обложка, не было ничего ошибочного или сенсационного, но она, похоже, оказалась вредна уже потому, что была напечатана.

Результатом замалчивания стало то, что хотя мы все склонны спорить и тревожиться об этических и практических следствиях достижений геномной инженерии, к картированию работы мозга обычно относятся как к разделу психологии для чудаков, безусловно интересному для тех, кому нравится этим заниматься, но не имеющему никакого практиче-

ского значения. Когда в СМИ появляются известия о новых результатах в этой области, они обычно касаются каких-либо отдельных достижений: обнаруженного в мозге крошечного участка, отвечающего за страх, более тесной связи полушарий мозга у женщин по сравнению с мужчинами или непропорционально большого числа повреждений лобных долей, выявленных у приговоренных к смерти убийц. Каждая подобная новость вызывает непродолжительный всплеск обсуждений, но значение каждого такого открытия редко освещается полностью\*.

Одна из целей этой книги — привлечь внимание к социальным последствиям того, что на первый взгляд может показаться чисто технологическими достижениями. Другая состоит в том, чтобы разобраться во вкладе нейробиологии поведения в решение вековой проблемы связи мозга и психики и загадки сознания. Разумеется, картирование работы мозга — лишь одна из актуальных задач, связанных с данной проблемой. К их числу относится также изучение функционирования отдельных клеток мозга, потоков нейромедиаторов и феноменально сложных взаимодействий разных частей мозга. Все это не менее важно, но обсуждается здесь вскользь.

Те из современных исследователей мозга, кто настроен оптимистичнее, полагают, что когда (или если) все это будет сведено воедино, то есть когда положение всех мельчайших составляющих мозга, их функции и их взаимодействие друг с другом будут определены, мы узнаем все, что можно узнать о человеческой природе и жизненном опыте. Другие считают, что редукционистский подход никогда не позволит полностью объяснить причины наших чувств и поведения, не говоря уже о том, чтобы раскрыть тайну самого удивительного порождения мозга — сознания. По их мнению, карта мозга может сказать нам о психике не больше, чем глобус говорит о рае и аде.

Результаты описанных здесь исследований не позволяют окончательно решить спор о природе нашего существования, но, по-моему, они дарят ключи к решению этой проблемы. Однако не стоит забывать, что мы свидетели лишь раннего этапа изучения работы мозга и нынешние наши представления о ней,

\* Сейчас положение значительно изменилось. Ученые, особенно западные, не склонны замалчивать результаты своих исследований, а, напротив, популярно о них рассказывают. Кроме того, внимание публики к исследованиям мозга усилилось. — *Прим. науч. ред.*

вероятно, не полнее и не точнее карт мира XVI века. Кроме того, по большей части то, о чем можно прочитать в этой книге, на самом деле сложнее, чем кажется из моего вынужденно упрощенного изложения, а что-то почти наверняка окажется неверным. Дело в том, что многие из описанных здесь открытий сделаны в ходе экспериментов, которые никто пока не успел повторить. Заметим, что имеются по-прежнему обширные области, о которых очень мало известно, и что все исследователи (как это всегда бывает на передовых рубежах науки) вынуждены руководствоваться в основном догадками. Некоторые из ведущих ученых, участвующих в этом большом деле, великодушно поделились собственными мысля-

ми и теориями в дополняющих мой текст тематических очерках, и из разброса их мнений видно, как мы далеки от консенсуса.

Средневековые картографы восполняли недостаток знаний выдумкой. Один из них уверенно указал: “Здесь живут драконы”. Я старалась не населять свою карту драконами, но кто-нибудь неизбежно найдет их здесь — как и ошибки в подписях и сомнительные ориентиры. Этого, наверное, невозможно избежать при картировании малоизученных областей, и если вы предпочитаете торные дороги, я советую подождать выхода туристических путеводителей, еще не написанных. Если же вы готовы идти в неизведанные края, читайте: я покажу вам много странного и удивительного.

# ГЛАВА ПЕРВАЯ

## ВЫРИСОВЫВАЮЩИЙСЯ ЛАНДШАФТ



*Головной мозг человека состоит из многих частей, и у каждой свои функции: превращение звуков в речь, обработка информации о цвете, формирование страха, распознавание лиц или различение рыбы и фруктов. Но это не застывший набор компонентов: мозг каждого из нас уникален, он постоянно изменяется и тонко чувствует окружающую среду. Входящим в его состав модулям свойственны как независимость, так и постоянное взаимодействие друг с другом. Их функции не закреплены за ними жестко, и порой один участок может взять на себя работу другого, либо, в результате сбоя генетической программы или изменения окружающей среды, может вообще не сработать. Активностью мозга управляют токи, химические вещества и загадочные колебания. Не исключено даже, что на нее влияют квантовые эффекты, искажающие ход времени. Все системы мозга связаны в единую динамичную надсистему, параллельно делающую миллионы разных дел. Может быть, она настолько сложна, что никогда не сумеет полностью постичь саму себя. Но она продолжает пытаться.*

**П**ожалуйста, притроньтесь пальцем к загривку. Двигайте палец вверх и вбок, и вы дойдете до шишки, образуемой основанием черепа. Пощупайте ее. Франц Галль, основоположник френологии, утверждал, что под этой выпуклостью располагается “орган эротизма” (свойства, лежащего в основе сексуальных ощущений). Теперь передвиньте палец на два-три сантиметра вверх, в сторону темени. Здесь, по Галлю, находится “орган агрессивности”.

По убеждению Галля, у людей добродушных и миролюбивых этот второй участок должен быть не таким выпуклым, как первый. Но не стоит беспокоиться, если шишки не соответствуют вашему самовосприятию. Галль выделил свой “орган эротизма”, отыскав самый теплый участок головы у двух недавно овдовевших и “эмоциональных” молодых женщин, а “орган агрессивности” — отметив малые размеры соответствующего участка у “большинства индусов и цейлонцев”<sup>1</sup>. Его методы были сомнительными даже по меркам начала XIX века.

Попытки определять свойства характера по шишкам на голове в любом случае были бессмысленны, потому что мягкие ткани мозга человека обычно не влияют на форму его черепа. Но Галль ошибался не во всем. Пощупайте еще раз собственный череп, на этот раз чуть впереди и слева от темени. Здесь, по Галлю, располагается “орган веселости”. Несколько лет назад хирурги с медицинского факультета Калифорнийского университета изучили воздействие слабого электрического тока на участок левого полушария мозга 16-летней девушки, расположенный в этой области черепа.

Пациентка страдала тяжелой формой эпилепсии, и описанная стимуляция проводилась в ходе стандартной процедуры, позволяющей определять местоположение очагов распространения эпилептического припадка для их последующего удаления. Девушка пребывала в сознании, и когда ей начали стимулировать указанный участок коры головного мозга, она стала смеяться<sup>2</sup>. Это была не какая-нибудь бессмысленная гримаса, а настоящее радостное хихиканье, и когда хирурги спросили, что ее развеселило, она ответила: “Вы такие смешные — стоите тут вокруг меня!” Врачи повторили воздействие, и на этот раз девушка нашла что-то смешное в картинке, на которую упал ее взгляд (там была изображена обыкновенная лошадь). В третий раз ей показалось смешным что-то еще. Судя

по всему, хирурги нашли участок мозга, способный вызывать веселье в любых, даже самых неподходящих обстоятельствах. Галль почти двумя столетиями раньше отметил тот же участок как “орган веселости” по чистой случайности. Но идея, положенная им в основу своей теории, — что головной мозг состоит из модулей, выполняющих разные функции, — давно подтверждена наукой.

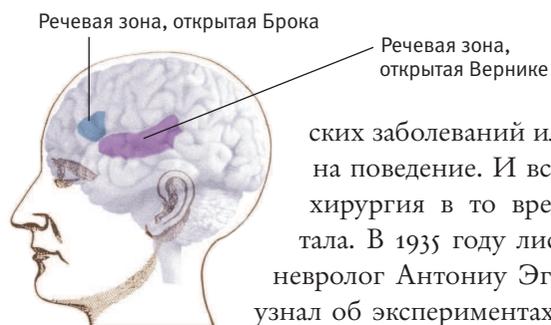
По иронии, развенчание френологии было связано как раз с открытием *настоящих* модулей головного мозга. К концу XIX века европейские университеты охватило повальное увлечение биологической психиатрией, и неврологи начали заниматься локальной электрической стимуляцией и экспериментами по удалению участков мозга у животных, выясняя, какие области мозга за что отвечают. Многие из важнейших ориентиров были намечены уже в эту начальную эпоху картирования работы мозга, в частности, неврологи Поль Брока и Карл Вернике открыли речевые зоны. К сожалению френологов, эти зоны были обнаружены сбоку, над ухом и возле него, в то время как по Галлю “орган речи” должен был располагаться строго в районе глаз.

Речевые зоны, выявленные Брока и Вернике, по сей день носят их имена. Если бы ученые начала XIX века продолжили поиски функциональных участков мозга, сегодняшние схемы его строения пестрели бы именами других давно покойных людей, а не скучными ярлыками (такими как “первичная слуховая кора”, “ДМО” или “зона V<sub>1</sub>”), которыми теперь принято обозначать выявляемые в мозге области. Но научное картирование мозга вышло из моды вместе с френологией, и модульная теория его строения была во многом отвергнута учеными в пользу теории “массового действия”, согласно которой сложные формы поведения порождаются совместной работой всех клеток мозга.

На первый взгляд, середина XX века была неподходящим временем для тех, кто стремился использовать физические методы для лечения психиче-

Возбуждение этого участка вызывало смех “Орган веселости” (по Галлю)





ских заболеваний или влияния на поведение. И все же психохирургия в то время процветала. В 1935 году лиссабонский невролог Антониу Эгаш Мониш узнал об экспериментах, в ходе которых агрессивным, беспокойным

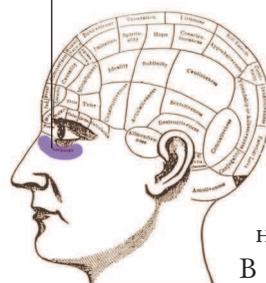
шимпанзе перерезали определенные волокна в лобных долях мозга<sup>3</sup>. После этой операции, которую назвали лейкотомией, животные становились спокойными и дружелюбными. Эгаш Мониш поспешил провести эту операцию людям, страдающим похожими нарушениями, и добился тех же результатов. Фронтальная лейкотомия (на основе которой впоследствии была разработана более радикальная фронтальная лоботомия) быстро сделалась одной из стандартных методик, применяемых в психиатрических больницах, и в 40-х годах только в Америке было проведено не менее 20 тысяч подобных операций<sup>4</sup>.

Применявшийся в то время в нейрохирургии подход с современных позиций кажется на редкость безрассудным. Его использовали для лечения чуть ли не любых психических расстройств, таких как депрессия, шизофрения или маниакальный синдром, хотя никто еще понятия не имел, что именно вызывает симптомы этих недугов и почему перерезание волокон в мозге должно помогать больным. Разъездные хирурги курсировали от больницы к больнице, возя с собой в машине свои инструменты, и за утро делали аж по дюжине таких операций. Один из них описывал свою методику так: "Проще простого. Беру инструмент вроде ножа для колки льда... пробиваю кость над самым глазным яблоком, ввожу инструмент в мозг, верчу, разрезая нервные волокна, и дело с концом. Пациент при этом не чувствует ровным счетом ничего"<sup>3</sup>.

К сожалению, некоторые пациенты не просто ничего не чувствовали во время операции, но и на всю оставшуюся жизнь сохраняли притупленность чувств и странную невосприимчивость к окружающему, из-за которой производили впечатление полуживых. Более того, эта операция не всегда позволяла избавить больного от агрессивности: сам Эгаш Мониш погиб от пули одного из своих пациентов, которому он сделал лоботомию.

Может быть, распространенное в середине XX века увлечение перерезанием волокон в мозге скорее облегчало страдания, чем причиняло их, но у врачей оно поро-

Речевая зона (по мнению френологов)



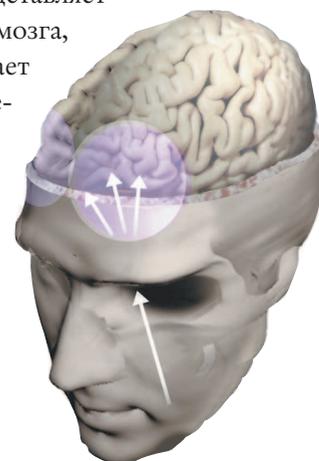
дило чувство крайней обеспокоенности, а у людей, далеких от медицины, — сохраняющееся и по сей день подозрительное отношение к психохирургии. В 60-х годах, когда были разработаны эффективные психотропные

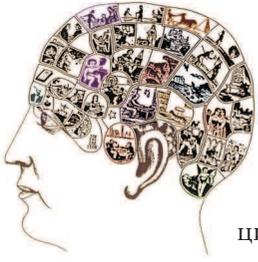
препараты, от применения хирургических методов лечения психических заболеваний почти полностью отказались.

В наши дни идея менять поведение людей и лечить психические расстройства путем непосредственных манипуляций с мозгом вновь становится востребованной. Однако на сей раз в основу подобных вмешательств в работу головного мозга положены гораздо более глубокие представления о том, как функционирует этот орган. Современные технологии нейровизуализации, такие как функциональная магнитно-резонансная томография, позволяют исследователям изучать живой, работающий мозг. Сведения, которые им удалось получить, пролили свет как на психические заболевания, так и на природу наших повседневных ощущений.

Возьмем, например, боль. Исходя из общих соображений, можно предположить, что в мозге есть особый болевой центр, связанный, возможно, еще с одним участком мозга, отслеживающим ощущения, возникающие в пораженной части тела. На самом деле, как показывают данные томографических исследований мозга, болевого центра в мозге нет. Боль возникает в результате активации как участков мозга, связанных с вниманием и эмоциями, так и участков мозга, непосредственно задействованных в чувствительности. Если разобраться, что представляет собой боль в плане активности мозга, станет ясно, почему нам бывает гораздо больнее, когда мы пребываем в состоянии эмоционального напряжения, и почему мы нередко не замечаем боли (даже если организм

Фронтальная лейкотомия предполагала перерезание волокон, связывающих область бессознательных реакций, где вырабатываются эмоции, с областью коры, где они вызываются в сознании.





весьма серьезно поврежден), когда наше внимание поглощено чем-то более важным.

Некоторые психические функции, представляющиеся нам простыми (например, боль), оказываются сложнее, чем можно было ожидать, а другие, производящие впечатление недоступных для понимания, на самом деле выглядят на удивление механистическими. Нравственные принципы, альтруизм, “духовный” и религиозный опыт, эстетическое чувство, даже любовь — все это считалось недоступным для научного изучения. Но теперь понемногу обнажаются физиологические корни этих таинственных явлений, и в некоторых случаях выясняется, что ими можно манипулировать путем простого прикосновения электрода к некоему участку мозга. Так, вживленные в мозг электростимуляторы могут избавить человека от ощущения мрачной безысходности, связанного с депрессией, прежде считавшейся чисто душевным недугом<sup>6</sup>, а также от навязчивых состояний, причем и в случаях, когда все традиционные средства оказываются бессильны<sup>7</sup>. Чувства освобождения от телесной оболочки, пребывания вне времени и даже трансцендентального опыта — все это можно вызывать искусственно, возбуждая определенным образом соответствующие участки мозга. Можно даже купить себе шлем, посылающий сквозь череп электронные волны, включающие и выключающие соответствующие нервные клетки, и позволяющий по желанию получать “интенсивный духовный опыт”. Какими бы сомнительными ни казались рекламируемые таким образом свойства шлема, они основаны на данных серьезных научных работ. Результаты ряда новаторских исследований, которые с 80-х годов ведет канадский нейробиолог Майкл Персингер, показали, что нарушение электрической активности в мозге (особенно в районе височных долей) вызывает у большинства людей необычные субъективные состояния, в том числе ощущение отделения от тела и присутствия невидимого разумного существа<sup>8</sup>. Все это свидетельствует, что такие чувства, как веселость, благоговение, любовь или ужас можно пережить независимо от внешних обстоятельств, с которыми их обычно связывают. Чтобы испытать влечение, не требуется предмета обожания, чтобы почувствовать страх, не требуется угроза, а чтобы ощущать

духовное общение, не требуется присутствие сверхъестественных существ. Если подстегнуть мозг, он способен самостоятельно порождать любые, по сути, ощущения.

Как он это делает? Каким образом это объединение скоплений клеток и переплетений отростков, связывающих клетки, порождает ощущения, управляет всем нашим телом? Ощущения возникают из электрических разрядов, происходящих в клетках мозга — нейронах. Но разрядов в одном-единственном нейроне недостаточно даже для того, чтобы заставить веко дергаться во сне, не говоря уже об осознанном восприятии. Паттерны активности мозга, достаточно сложные, чтобы порождать мысли, чувства и восприятие, возникают лишь тогда, когда один нейрон возбуждает соседние, которые, в свою очередь, возбуждают следующие, и так далее.

Для возникновения даже ничтожнейшей из мыслей миллионы нейронов возбуждаются в унисон. Даже в состоянии покоя томограф демонстрирует сложнейший калейдоскоп наблюдаемой в мозге активности, характер которой постоянно меняется. Эта форма работы мозга “по умолчанию” связана с мечтами, самоанализом и раздумьями. При этом время от времени, если человек пытается решить в уме сложную задачу или испытывает сильные эмоции, у него “зажигается” весь мозг.

Любые входящие ощущения вызывают новые формы нейронной активности, иные из которых приводят к физическим изменениям, позволяющим воспроизводить эти формы активности в виде воспоминаний. Однако большинство образуемых такой активностью конфигураций существует лишь доли секунды, обрекая на забвение мимолетно воплотившиеся в них ощущения.

Сохраняющиеся конфигурации могут, в свою очередь, связываться с активностью других групп нейронов и запускать ее, формируя ассоциации (усвоенные знания) или совместно создавая новые понятия. Теоретически всякий раз, когда возбуждается определенная группа взаимосвязанных нейронов, это должно порождать один и тот же фрагмент мысли, чувства или неосознаваемой работы мозга, но на практике работа нашего мозга слишком непостоянна, чтобы та или иная форма его активности повторялась в неизменном виде. На самом деле в нем возникают похожие, но слегка видоизмененные конфигурации

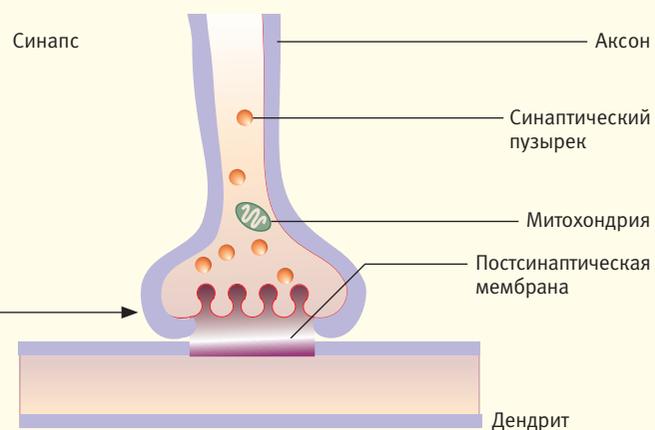
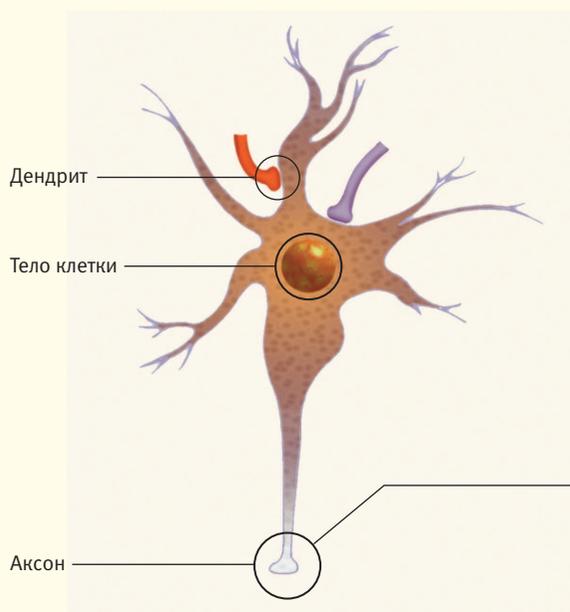
## ОБЗОРНАЯ ЭКСКУРСИЯ

Головной мозг человека сопоставим по размеру с кокосовым орехом и напоминает по форме грецкий орех, по цвету — сырую печенку, а по консистенции — замороженное сливочное масло. В его состав входят два больших полушария, покрытые тонкой оболочкой из морщинистой серой ткани. Эту оболочку называют корой больших полушарий. Углубления на ее поверхности называют бороздами, выпуклости — извилинами. Ландшафт, образуемый бороздами и извилинами, у разных людей слегка различается, но главные складки коры, подобно вертикальному углублению под носом на верхней губе или морщинкам, образующимся к старости у уголков глаз, свойственны всем нам и используются в качестве ориентиров на этой “местности”. Под задней частью основной массы мозга располагается мозжечок, “маленький мозг”, частично прикрытый большими полушариями. У живших в незапамятные времена предков млекопитающих мозжечок был основным отделом мозга, но теперь главную роль взял на себя разросшийся конечный мозг, образующий большие полушария.

Каждое из полушарий разделено на четыре доли, границы между которыми отмечены складками.

В самой задней части каждого полушария располагается затылочная доля, внизу сбоку, в районе уха — височная, вверху — теменная, а спереди — лобная. Каждая из четырех долей обрабатывает свою информацию. Затылочная доля состоит почти исключительно из отделов, обрабатывающих зрительную информацию. Теменная занимается в основном функциями, связанными с движением, ориентацией, расчетами и определенными формами узнавания. Височная занимается звуком, восприятием речи (обычно только в левом полушарии) и некоторыми аспектами памяти. Лобная доля ведает самыми сложными из функций мозга: мышлением, формированием понятий и планированием. Кроме того, лобные доли играют важную роль в сознательном переживании эмоций.

Если разрезать мозг на половинки по средней линии, отделив полушария друг от друга, мы увидим, что под корой располагается сложное скопление модулей: вздутый, трубок и камер. Некоторые из них можно уподобить по размеру и форме орешкам, виноградинам или насекомым, но многие не похожи ни на какие привычные вещи. Каждый из модулей выполняет свою функцию или функции, и все модули связаны перекрещивающимися проводками аксонов. Большинство модулей окрашены в сероватый цвет, придаваемый им плотно упакованными телами нейронов. Однако связывающие их тяжи светлее, потому что покрыты оболочкой из белого вещества миелина, играющего роль изолятора, помогающего электрическим импульсам быстро распространяться по аксонам.

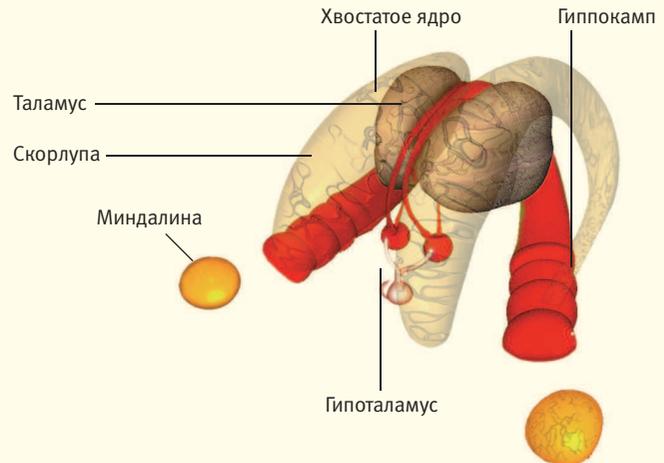


За исключением единственной структуры — эпифиза в глубине мозга, — каждый модуль мозга имеется у нас в двух экземплярах — по одному на полушарие. В этой книге о модулях всегда говорится в единственном числе, но на самом деле они всегда парные. В тех случаях, когда необходимо указать на различия между двумя модулями одной пары, отмечается, какой из них имеется в виду.

Самая заметная структура на внутренней поверхности каждой половинки разрезанного мозга — это изогнутая полоска белой ткани, образующей объемистую границу между складчатой корой и расположенной под ней системой модулей. Это мозолистое тело, соединяющее полушария друг с другом и играющее роль моста, по которому в обе стороны постоянно передается информация, так что обычно полушария работают как единое целое. Совокупность модулей, расположенных под мозолистым телом, называют лимбической системой. Эта система в эволюционном плане древнее коры, и ее иногда называют также “мозгом млекопитающих”, исходя из представлений о том, что она впервые возникла у древнейших млекопитающих. Работа этой части мозга, как и еще более древних его частей, расположенных под ней, совершается бессознательно, но оказывает сильнейшее воздействие на наши ощущения: лимбическая система тесно связана с расположенной над ней осознующей корой и постоянно посылает туда информацию.

В лимбической системе рождаются эмоции, а также большинство из многочисленных потребностей и побуждений, которые заставляют нас вести себя тем или иным образом, помогая нам, по крайней мере обычно, увеличивать свои шансы на выживание. Но у модулей лимбической системы есть немало других функций. Например, таламус представляет собой нечто вроде ретрансляционной станции, распределяющей поступающую в нее информацию по соответствующим частям мозга для дальнейшей обработки. Под ним располагается гипоталамус, который вместе с гипофизом постоянно поправляет настройки нашего организма, поддерживая его в состоянии наилучшей приспособленности к окружающей среде. Гиппокамп — “морской конек” (сходство с которым можно заметить, толь-

#### ЛИМБИЧЕСКАЯ СИСТЕМА Основные модули



ко если посмотреть на этот орган в разрезе и напрямч воображение) — необходим для формирования долговременной памяти. В расположенной перед ним миндалине возникает и поддерживается чувство страха.

Еще ниже располагается ствол головного мозга. Это самая древняя часть мозга, возникшая более полумиллиарда лет назад и довольно похожая на весь головной мозг современных рептилий. В связи с этим ее часто называют “рептильным мозгом”. Ствол образован нервами, идущими от тела через позвоночник и передающими информацию о разных частях организма в головной мозг. Скопления клеток в стволе определяют общий уровень настроенности организма и регулируют вегетативные процессы: дыхание, сердцебиение, давление крови и так далее.

Если посмотреть на любой участок мозга при большом увеличении, можно увидеть плотную сеть клеток. Большинство из них — глиальные клетки, сравнительно просто выглядящие структуры, основная функция которых состоит в склеивании всей конструкции и поддержании ее физической целостности. Глиальные клетки также играют определенную роль в усилении или синхронизации электрической активности в мозге: например, они могут усиливать боль, как при воспалении седалищного нерва, возбуждая нейроны, передающие болевые сигналы.