

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Пролог: почему самоубийства удивляют сильнее квантовой физики . . . . .	11
--	----



## КАК УСТРОЕН НАШ МОЗГ

Глава 1. Что находится в основании мозга . . . . .	18
--	----

Жизнь без головы: когда реальность оказывается невероятнее фантастики . . . . .	18
--	----

Как устроен ствол головного мозга. . . . .	21
--	----

Глава 2. Что находится выше мозгового ствола? Краткий путеводитель по строению мозга . . . . .	37
---	----

Что находится внутри полушарий большого мозга? . . . . .	43
--	----

Как устроены большие полушария мозга: краткий обзор отделов в коре больших полушарий . . . . .	53
---	----

Глава 3. Как все это работает . . . . .	59
---	----



## КАК УСТРОЕНЫ ЗРЕНИЕ И СЛУХ

Глава 4. Как мы воспринимаем мир. . . . .	75
---	----

Глава 5. Как устроено зрение . . . . .	79
--	----

Как устроен глаз . . . . .	79
----------------------------	----

Мозг и зрение . . . . .	88
-------------------------	----

Что, где и как в зрительной системе . . . . .	92
---	----

О чем могут рассказать зрительные иллюзии. . . . .	94
--	----

Глава 6. Как устроен слух. . . . .	99
Где и как механическая волна превращается в электрический импульс. . . . .	100
Путешествие звука от уха в глубь мозга . . . . .	111



## КАК УСТРОЕНО ДВИЖЕНИЕ

Глава 7. Кто такой кортикальный гомункул и как он появился. . . . .	120
Глава 8. Кто есть кто: как кора головного мозга управляет движениями . . . . .	127
Глава 9. Почему так непросто сохранять непроницаемое лицо . . . . .	137
Глава 10. Маленький мозг и большой мозг: баланс, координация, тайминг . . . . .	141
Как устроен мозжечок . . . . .	143
Глава 11. Быть или не быть: как работают базальные ганглии . . . . .	148
Как устроены базальные ганглии . . . . .	150



## КАК УСТРОЕНА ПАМЯТЬ

Глава 12. История изучения памяти. . . . .	165
Глава 13. Как работает гиппокамп . . . . .	174
И при чем здесь память? . . . . .	179
Глава 14. Жизненный цикл воспоминания . . . . .	184
Кодирование . . . . .	185

Консолидация . . . . .	188
Извлечение . . . . .	191
Реконсолидация . . . . .	194
Забывание . . . . .	195
Глава 15. Сколько может запомнить человек? . . . . .	198

Глава 16. Почему забывать важно? . . . . .	201
--	-----



### ЧТО ПРОИСХОДИТ С МОЗГОМ, КОГДА...

Глава 17. Что происходит в мозге, когда он ничем не занят . . . . .	206
--	-----

А что, так можно было? . . . . .	207
----------------------------------	-----

Как изучать происходящее в мозге: найди десять отличий . . . . .	209
--	-----

Пора заглянуть внутрь: что же происходит в мозге, когда мы ничем не заняты? . . . . .	213
--	-----

Как устроена дефолт-система мозга. . . . .	221
--	-----

Больше, чем просто мысли . . . . .	231
------------------------------------	-----

Глава 18. Что происходит, когда человек спит . . . . .	236
--	-----

Что будет, если не спать? . . . . .	238
-------------------------------------	-----

Фазы сна . . . . .	242
--------------------	-----

Еще на уровень глубже . . . . .	244
---------------------------------	-----

Загадка сна . . . . .	249
-----------------------	-----

Глава 19. Что происходит, когда человек пьет кофе . . . . .	261
---	-----

Откуда взялся кофе . . . . .	262
------------------------------	-----

От чего зависит бодрость . . . . .	264
------------------------------------	-----

Как устроен индикатор заряда нашей внутренней батареи . . . . .	266
---	-----

Как аденозин склоняет мозг ко сну. . . . .	269
--	-----

Елена Белова

Как работает кофеин . . . . .	271
Кофеин — волшебная таблетка с энергией? . . . . .	277
Кофе — вредная привычка? . . . . .	283
Глава 20. Что происходит, когда человек выпивает алкоголь . . . . .	286
Вначале . . . . .	291
В разгар . . . . .	296
Наутро . . . . .	300
Несколько слов об алкогольной зависимости . . . . .	303
Эпилог . . . . .	305
Куда приводит любопытство . . . . .	306
Бонус . . . . .	310
Список источников . . . . .	311
Предметный указатель . . . . .	325

## ПРОЛОГ: ПОЧЕМУ САМОУБИЙСТВА УДИВЛЯЮТ СИЛЬНЕЕ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ

Голова — предмет темный  
и исследованию не подлежит.

*Цитата из к/ф «Формула любви»*

В 2017 году в селе Целинное в Курганской области произошла трагедия: 40-летний сварщик был убит взрывом. На территории предприятия по строительству и ремонту автодорог, где он работал, сварщик обнаружил списанную гаубицу и решил проверить, может ли она стрелять. Он не придумал ничего умнее, чем наполнить огнетушитель карбидом<sup>1</sup> с водой и зарядить им гаубицу. Взрыв самодельного снаряда почти оторвал ему голову.

Надо сказать, дикие обстоятельства этой истории заинтересовали не только Следственный комитет и новостные сайты. Неудачливый сварщик-артиллерист из российской глубинки стал одним из победителей премии Дарвина в 2017 году<sup>2</sup>. Компанию нашему соотечественнику составили другие, не менее достойные кандидаты: малазийский маг, сваривший

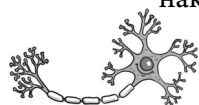
---

<sup>1</sup> Карбид чрезвычайно бурно реагирует с водой, выделяя горючий ацетилен и тепло, поэтому эту смесь используют для сварки, а не наполняют ею огнетушители! — *Прим. авт.*

<sup>2</sup> П р е м и я Д а р в и н а — это ежегодная виртуальная антипремия, которую присуждают людям, погибшим самыми idiotскими способами. Таким образом, победители исключают свои гены из генофонда человечества, увеличивая шансы на выживание нашего вида в будущем (это официальный, хоть и не бесспорный критерий присуждения награды, описанный на сайте премии). — *Прим. авт.*

себя заживо в гигантской сковороде с рисом и кукурузой во время ритуала очищения тела и души; две мексиканские девушки, решившие сделать селфи прямо на взлетно-посадочной полосе действующего аэропорта и убитые крылом приземляющегося самолета; грабитель, который решил пробраться в аптеку через крышу, по пути застрял и был задушен собственной одеждой, и еще десяток оригиналов, умудрившихся убиты разными необычными способами.

Люди заворожено читают истории победителей премии, недоумевая, как до такого вообще можно додуматься! Что происходит в головах у людей, когда они запихивают огнетушитель с взрывоопасной смесью в гаубицу или запирают себя в гигантской сковороде, стоящей на огне? Однако, если вдуматься, удивляет нас не изобретательность



Средний вес человеческого мозга – 1,3 кг.

героев этих историй, точнее, не только она. Изобретательностью мало кого удивишь: люди смогли додуматься до теорий эволюции и относительности, радиоэлектроники и рентгенографии,

блокчейна и виртуальной реальности, разобраться в строении атома и устройстве космоса. Человечество умеет придумывать куда более невероятные штуки, чем селфи в смертельно опасных местах. Но мы все равно заворожено читаем о фатальных глупостях, которые совершают люди по всему миру, и поражаемся им намного больше, чем изысканным научным теориям и прорывным технологиям. Почему?

Все дело в том, что мозг нужен в первую очередь для выживания. Слух, зрение и обоняние помогают мозгу понять, что происходит вокруг, и быстро сориентироваться, где может быть опасность, а где можно от нее укрыться. Мозг посылает команды мышцам и управляет руками и ногами (или лапами, крыльями и хвостом), чтобы добежать до укры-

тия и не угодить в лапы к хищнику. Память помогает мозгу хранить информацию о том, чем лучше питаться и куда отправиться, чтобы добыть себе пищу, как добраться до водопоя и где поджидают опасности. Животные обзавелись мозгом потому, что он повышает шансы избежать неприятностей и благополучно дожить до того момента, когда можно будет оставить свои гены потомкам, чтобы они потом передали эту эстафету дальше.

Конечно, дело не ограничивается только мозгом: поговорка «Сила есть — ума не надо» намекает на то, что в природе есть множество способов занять свое место под солнцем. Кто-то пытается добиться своего силой, другие ставят на скорость («Сначала догони, потом убей»), броню или ядовитость — у каждого животного своя суперсила. Люди лишены мощных когтей, зубов и бронированных покровов, способных защитить от опасности; мы не умеем летать и не слишком быстро бегаем, мы великоваты, чтобы хорошо прятаться, и слабоваты, чтобы не приходилось этого делать.

Наше супероружие — разум. Люди анализируют ситуации и используют накопленный опыт, чтобы извлекать знания о том, как устроены вещи, а знания — чтобы решать проблемы и достигать своих целей. Человек не приспосабливается к окружающей среде — он приспособливает ее под свои нужды. Мы заселяем пригодные и непригодные для обитания человека пространства и почти сразу создаем максимально комфортные для себя условия — с канализацией, отоплением, вайфаем и доской для мотивирующих стикеров.

К человеческому разуму прилагается еще одно незаменимое дополнение — речь. Люди не просто размышляют и накапливают знания, они обмениваются ими друг с другом. Информация — очень классная штука: делаясь с другими,

ты ничего не теряешь и можешь продолжать пользоваться ею дальше сколько угодно. Обмениваться знаниями очень выгодно: необязательно самому совать руку в розетку, чтобы узнать, к чему приводит удар электрическим током. Мы можем пользоваться лайфхаками, придуманными кем-то еще, и избегать неприятностей, в которые вляпались другие, потому что нам рассказали об этом. Люди с интересом читают истории чужих несчастий, чтобы самим не угодить в беду.



Премия Дарвина – это подборка максимально нелепых историй, показывающих, что бывает, когда люди не задумываются о последствиях своих действий. И дело тут не в генах, а в банальном невежестве.

Обычно люди стараются прикинуть, к чему могут привести их действия, а если им не хватает информации, они стараются ее найти — самостоятельно или спрашивают тех, кому доверяют.

Знания бывают узкоспециализированными и универсальными: инструкции и рецепты объясняют, как действовать в конкретной ситуации, а универсальные знания — как вообще устроен мир. Такие знания помогают справляться с разными задачами, но требуют более широкого кругозора. Например, любители географии ориентируются без компаса на незнакомой местности, а зная биологию, человек не будет лечить вирус антибиотиками, предназначенными для бактериальных инфекций. Такие универсальные знания производит наука: с помощью наблюдений и экспериментов она проверяет, насколько работает то или иное объяснение и годится ли оно для предсказания явлений и процессов в будущем.

Наука отбирает полезные знания, которые помогают объяснять мир, и использует их в интересах человечества.

Лишь недавно наука разработала подходы, позволяющие исследовать человеческий мозг, не вскрывая череп, а еще технологии, способные добраться до любого нейрона в мозге животных и повлиять на его работу. Теперь нейробиологи ежегодно поражают людей новыми удивительными открытиями. Чтение мыслей, мозговые чипы, управляющие роботами, возвращение зрения и слуха — все это уже перебирается из области фантастики в сферу передовых нейротехнологий. И параллельно мы узнаем все больше о работе мозга. Наука помогает понять, как работает человеческий мозг, как мы воспринимаем мир и принимаем решения, какие процессы происходят за границами осознаваемого и как образ жизни и привычки влияют на наш мозг.

В этой книге я постаралась рассказать, как устроен мозг человека: чем заняты различные отделы внутри мозга, как мозг поддерживает процессы жизнедеятельности, каким образом в нем уживаются эмоции и холодный расчет, почему наше зрение иногда нас обманывает, как мы учимся новому и чем отличаемся от роботов и компьютеров. Надеюсь, что она поможет читателям лучше понять себя, разобраться с тем, как работает наша психика, увидеть особый смысл в таких простых, на первый взгляд, вещах, как сон и безделье, проникнуться сложностью и изяществом работы самого главного органа в человеческом теле, который делает нас людьми, — головного мозга.



КАК УСТРОЕН НАШ МОЗГ

# Глава 1

## ЧТО НАХОДИТСЯ В ОСНОВАНИИ МОЗГА

### ЖИЗНЬ БЕЗ ГОЛОВЫ: КОГДА РЕАЛЬНОСТЬ ОКАЗЫВАЕТСЯ НЕВЕРОЯТНЕЕ ФАНТАСТИКИ

10 сентября 1945 года фермер Ллойд Олсен отрубил голову цыпленку, как делал сотни раз до этого. Обстоятельства произошедшего обезглавливания противоречивы: одни источники утверждают, что цыпленок был предназначен для семейного ужина, другие говорят, что он был одним из десятков цыплят для продажи на мясном рынке [1, 2]. Как бы то ни было, мы точно знаем одно: на этот раз топор фермера прошел немного выше, чем обычно, и после обезглавливания цыпленок убежал с места расправы (вообще-то такое часто бывает с курами). Однако дальше случилось небывалое: Олсен оставил цыпленка на ночь в закрытой коробке и, когда на следующее утро вышел проверить, что с ним, обнаружил, что цыпленок все еще жив. Он спокойно переночевал, спрятав под крылом шею и то, что осталось от головы, и вроде бы совершенно не собирался помирать в ближайшее время.

Олсен дал необычному цыпленку имя Майк. Майк мог ходить и довольно ловко балансировать на жердочке, кроме того, он порывался кукарекать и чистить перья, но это уже выходило не так удачно. Заинтригованный фермер решил

посмотреть, как долго сможет прожить цыпленок без головы. Он стал поить его через пипетку смесью воды с молоком и кормить, помещая зерна и червячков пинцетом прямо в пищевод Майка. Кроме того, Олсен регулярно удалял слизь.

Через неделю, когда стало ясно, что умирать в ближайшее время Майк так и не собирается, Олсен повез его в Университет Юты в Солт-Лейк-Сити. Ученые обследовали цыпленка и обнаружили, что основные системы жизнеобеспечения и рефлекторные центры в стволе головного мозга не были задеты, что и позволило Майку выжить.

Новость о случившемся быстро распространилась по местным газетам, а Олсен начал гастролировать с Майком, участвуя в представлениях бродячих цирков с необычным петухом. Олсен и Майк стали настоящими знаменитостями: их история и фотографии появились на страницах многих американских журналов. Умер Майк только через полтора года из-за случайности. По одной из версий, в трахею Майка каким-то образом попало зернышко, перекрыв доступ кислорода, и цыпленок задохнулся; по другой — трахею забила слизь, которую Олсен регулярно удалял, чтобы покормить цыпленка.



*Он прожил без головы полтора года*

\* \* \*

Как же Майку удалось выжить? Лезвие топора не задело яремную вену, и цыпленок лишился лишь части головы: то, что было ближе к шее, включая ствол головного мозга, осталось невредимым. Кроме того, цыпленку еще раз крупно повезло: кровавой сгусток на отрубленной шее образовался достаточно быстро, предотвратив массивную кровопотерю, которая могла бы закончиться смертью птицы.



Курицы — довольно безмозглые птицы, у них в принципе нет извилин и вообще не так уж много серого вещества выше уровня глаз — основная масса нервной ткани находится как раз в основании черепа.

Скорее всего, фермер удалил не более пятой части мозга Майка, оставив неповрежденными примерно 80% мозга по массе (и, как выяснилось, почти 100% по функционалу) [2].

Как известно, куры совершенно не отличаются сообразительностью и полагаются в основном на рефлексy и простые автоматические действия — этого достаточно, чтобы спать, ходить, находить в земле и клевать еду (тут Майку мешало скорее отсутствие клюва, а не мозгов), пытаться чистить перья (опять-таки, не хватало клюва) и убегать в случае опасности.

Чтобы жить жизнью курицы, вовсе не обязательно иметь кору головного мозга — с большинством задач они справляются безо всякого обучения и мышления, полагаясь на врожденные программы поведения, «защитые» на подкорке.

Самые важные для выживания и поддержания жизнедеятельности структуры расположены ближе к шее — они называются «ствол головного мозга».

## КАК УСТРОЕН СТВОЛ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Хотя внешние очертания головного мозга по мере его развития меняются до неузнаваемости, в общем плане его строения есть практически неизменные характерные особенности, вне зависимости от того, чей именно мозг мы рассматриваем (конечно, если дело касается позвоночных животных). По иронии судьбы у безголового Майка как раз уцелевшие отделы мозга были сравнительно похожи по строению на такие же отделы в человеческом [3]. С другой стороны, те части, которых лишилась эта очень везучая курица, у человека, наоборот, чрезвычайно разрослись и занимают внушительную часть общего объема — благодаря им мы гораздо умнее не только кур, но и более мозговитых шимпанзе, бонобо<sup>1</sup> и горилл.

Ствол мозга расположен в самом основании черепа: если смотреть снизу вверх, он идет от спинного мозга, спрятанного внутри позвоночника, и упирается в парную структуру — правый и левый таламусы (вместе с большими полушариями они относятся уже не к стволу, а к переднему мозгу). В стволе мозга происходит интеграция информационных потоков от головы к телу и от тела к голове, контроль основных жизненных функций, оценка общего состояния организма и поддержание нужного уровня бодрости. От ствола мозга отходят десять из двенадцати пар черепных нервов, которые в основном участвуют в обмене информации с головой и шеей, однако один из этих нервов — блуждающий — в том числе управляет работой гладких мышц в грудной клетке и брюшной полости.



Цыпленок Майк прожил полтора года без головы и умер лишь из-за досадной случайности.

<sup>1</sup> Карликовый шимпанзе. — *Прим. ред.*