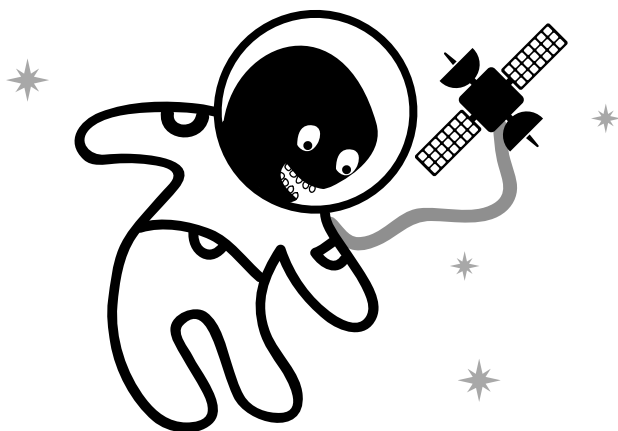


ЕЛЕНА БЕЛОВА,
БИОХИМИК, НЕЙРОФИЗИОЛОГ
И ИЛЛЮСТРАТОР

АВТОСТОПОМ ПО МОЗГУ

КОГДА ВСЯ
ВСЕЛЕННАЯ
У ТЕБЯ
В ГОЛОВЕ



 **БОМБОРА**
ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва 2022

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 карбидом¹ с водой и зарядить им гаубицу. Взрыв самодельного снаряда почти оторвал ему голову.

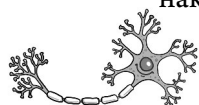
Надо сказать, дикие обстоятельства этой истории заинтересовали не только Следственный комитет и новостные сайты. Неудачливый сварщик-артиллерист из российской глубинки стал одним из победителей премии Дарвина в 2017 году². Компанию нашему соотечественнику составили другие, не менее достойные кандидаты: малазийский маг, сваривший

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

² Премия Дарвина — 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: не обязательно 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 собирався 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».