

Моей семье
(и всем, кто когда-либо направлял меня)

DARK AND MAGICAL PLACES
THE NEUROSCIENCE OF NAVIGATION

Christopher Kemp



W. W. NORTON & COMPANY
Independent Publishers Since 1923

К Р И С Т О Ф Е Р К Е М П

М ► О ► З ► Г
Н А В И Г А Т О Р

Как мы ориентируемся в пространстве
и почему сбиваемся с пути

Перевод с английского

УДК 591.185.1

ББК 88.23-35

К35

Переводчики МАРИЯ БАГОЦКАЯ, канд. биол. наук,

ПАВЕЛ КУПЦОВ, канд. биол. наук

Научный редактор ОЛЬГА ИВАШКИНА, м.н.с. Института
Перспективных исследований мозга МГУ
имени М.В. Ломоносова

Редактор ВАЛЕНТИНА БОЛОГОВА, канд. биол. наук

Кемп К.

К35 Мозг-навигатор: Как мы ориентируемся в пространстве и почему сбиваемся с пути / Кристофер Кемп ; Пер. с англ. — М. : Альпина нон-фикшн, 2026. — 320 с.

ISBN 978-5-00223-738-8

Способность ориентироваться и находить путь — одна из древнейших у человека, мы словно храним у себя в голове бескрайнюю карту мира. Но как работает этот удивительный механизм навигации и почему иногда он дает сбой — об этом рассказывает в своей книге Кристофер Кемп.

Начав с собственных проблем с ориентацией, он описывает вовлеченные в этот процесс области мозга и специализированные нейроны; разбирается, как мозг планирует маршруты, узнает ориентиры, помогает нам выйти из комнаты через дверь, а не пытаться пройти через картину. Кемп пишет о секретах охотников из коренных племен Боливии, которые обладают суперспособностью находить путь, развенчивает множество мифов, в том числе идею о том, что женщины обладают худшими навыками ориентирования, чем мужчины, и размышляет о различиях между навигационными способностями современных людей и неандертальцев.

Почему даже опытные туристы сбиваются с пути? Какие пространственные способности мы наследуем от родителей? Отвечая на эти и многие другие любопытные вопросы, Кемп проводит нас по самому сложному из существующих ландшафтов — человеческому мозгу и увлекательно, остроумно, легким языком раскрывает его тайны.

УДК 591.185.1

ББК 88.23-35

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в интернете и в корпоративных сетях, а также запись в память ЭВМ для частного или публичного использования, без письменного разрешения владельца авторских прав. По вопросу организации доступа к электронной библиотеке издательства обращайтесь по адресу mylib@alpina.ru

© Christopher Kemp, 2022

© Иллюстрации. Nate Kriep, 2022

ISBN 978-5-00223-738-8 (рус.)

ISBN 978-1-324-00538-4 (англ.)

© Издание на русском языке, перевод, оформление.

ООО «Альпина нон-фикшн», 2026

Содержание

Предисловие автора.....	7
Глава 1. Где Аманда Эллер?	13
Глава 2. Розовый морской конек	21
Глава 3. Поля разрядов.....	57
Глава 4. Восприятие дверей	96
Глава 5. Безусловные символисты	133
Глава 6. Счисление пути	165
Глава 7. Где-то восточнее Томбукту.....	190
Глава 8. Ваш мозг, мой мозг, его мозг, ее мозг	213
Глава 9. Будущее	241
Глава 10. Что случилось с Амандой Эллер	269
Приложение I. Что делать, если вы потерялись в дикой природе	276
Приложение II. Как лучше ориентироваться в пространстве	281
Благодарности	283
Примечания.....	285
Предметно-именной указатель.....	307

Предисловие автора

Это не учебник. Есть хорошие учебники по ориентации в пространстве, написанные нейробиологами. Некоторые из них я использовал при создании этой книги, например: «Почему люди теряются» (Why People Get Lost) Пола Дудченко и «Пространственная ориентация человека» (Human Spatial Navigation) Эксторма, Спирса, Бобо и Розенбаум¹. Существуют и другие. В значительно большей степени я полагался на научную литературу, которая просто переполнена статьями, отчетами, обзорами, историями потерявшихся людей и комментариями. А я только попробовал воду пальцем ноги в этом океане научных данных. Ежемесячно публикуется около сотни или более новых статей, где описываются разные аспекты нейронных механизмов, лежащих в основе навигации, каждая из которых как маленький фрагмент пазла. Для большинства утверждений я приводил в качестве обоснования одну или, может, две ссылки на научные источники, хотя в литературе можно найти сотни статей, иллюстрирующих то же самое. Но я никогда не стремился охватить все. Эта книга — попытка понять недостатки моего собственного мозга. Возможно, вы найдете здесь кое-что и о себе или в одном из приведенных примеров обнаружите сходство со своим партнером, родителем или другом, которому приходилось терпеливо объяснять, как дойти до продуктового магазина.

Помните, скитальцы не все пропадают*. Однако есть и те, кто пропадает.

К. К. 2021 г.

* Цитата из Дж. Р. Р. Толкина «Властелин Колец» в переводе В. А. Маториной. — *Прим. пер.*

Мозг — это целый мир, состоящий из множества
неисследованных континентов и огромных участков
неизученной территории.

Сантьяго Рамон-и-Кахаль (1852–1934)

Не могу сказать, что я когда-либо терялся, но однажды
я сбился с пути на три дня.

Даниэль Бун

Папа, мне кажется, что ты пошел не туда.

Иzzi Кемп, 7 лет

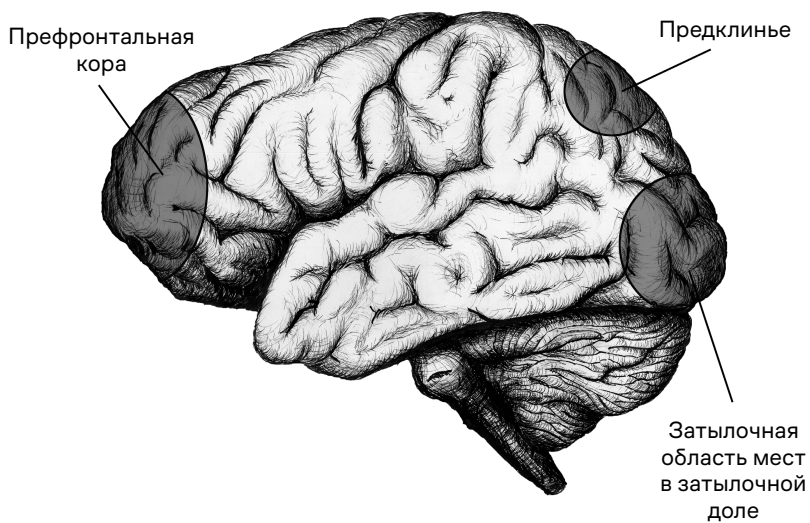


Рисунок 1. Области мозга, отвечающие за ориентацию в пространстве

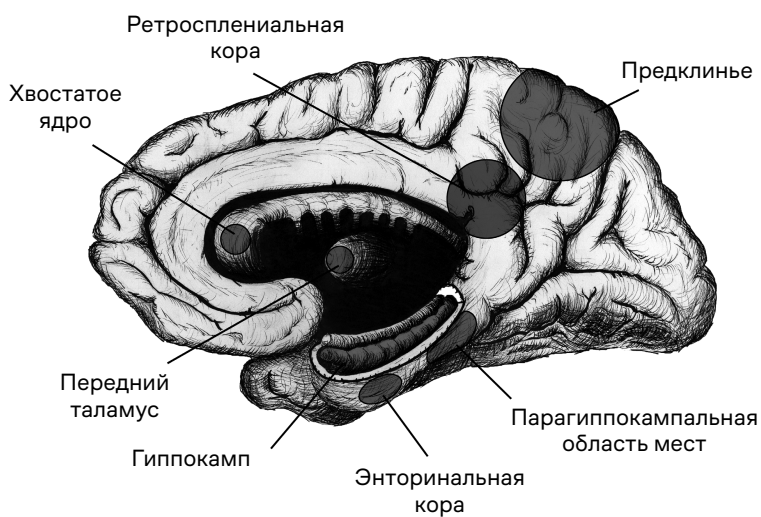


Рисунок 2. Области мозга, отвечающие за ориентацию в пространстве. Внутренняя поверхность полушария



Глава 1

Где Аманда Эллер?

Вот как начинается эта история: ничем не примечательный день, среда, полуденное солнце пробивается сквозь листву деревьев в лесу.

Аманда Эллер идет по тропе. В зеленой тени лесного полога маленькие трудолюбивые птички снуют среди покачивающихся от ветра стеблей бамбука, выискивая личинок. По мере того как Эллер углубляется в лес, становится все жарче. Пройдя около полутора километров, она устает. Эллер делает несколько шагов в сторону от тропы, осторожно пробираясь сквозь заросли папоротников, и ложится на поваленный ствол дерева. Несколько мгновений она отдыхает в тишине, лежа на спине с закрытыми глазами, обратив лицо к небу. В просветах между кронами деревьев проплывают ровные, как на картинке, облака. Но когда она встает и пытается снова выйти на тропу, то не может ее найти. Тропа исчезла как по волшебству. Аманда Эллер заблудилась.

Сначала она поступает так, как поступил бы каждый из нас. Она ходит кругами, пытаясь найти тропу. Аманда видит только деревья: высокие прямые деревья с бороздчатыми стволами; молодую поросль; хилые низкорослые деревца, растущие в тени; покосившееся дерево, прислонившееся к другому под каким-то странным углом, наподобие буквы «лямбда» λ ;

мертвые поваленные стволы, которые медленно превращаются в лесную подстилку; дерево с большим округлым наростом. Пытаясь найти какие-то отличительные черты в этом однообразии, Эллер ищет тропу весь день до темноты.

Все это происходит 8 мая 2019 г. Эллер находится в лесном заповеднике Макавао на Гавайях. Расположенный на северо-западном склоне вулкана Халеакала заповедник занимает около 800 га на труднопроходимой территории внутренней части острова Мауи. Это лес, который сам по себе является частью огромного лесного массива. Дикая глушь в глубине еще более дикой глуши. На фотографиях из Google Earth эта местность похожа на идеально спелое авокадо, над которым плывет флотилия легких облаков. Эллер оказалась в непростой ситуации. Лес густой, с неровным сложным ландшафтом, местами совершенно непроходимый, пересеченный скрытыми оврагами, заросший папоротником, с деревьями, увитыми лианами. Женщина приехала в заповедник около 10:30 утра, припарковала свой внедорожник у начала тропы¹. Вокруг было тихо. Наклонившись, она убрала ключи от машины под переднее колесо. Тридцатипятилетняя преподавательница йоги и физиотерапевт, Аманда намеревалась лишь совершить короткую пятикилометровую прогулку по знакомой тропе.

Сейчас, стоя под темно-зелеными кронами, Эллер закрывает глаза и делает медленный глубокий вдох, чтобы успокоиться. Она изучает соседние стволы, заросшие лишайниками, которые образуют пятна неправильной формы, похожие на карты незнакомых стран. *Откуда я сюда пришла?*

Она заблудилась среди множества деревьев². Середина дня, Эллер ищет тропу уже несколько часов. Солнце поднялось над лесом и светит высоко над головой. «Это так глупо», — думает она. Скоро кто-нибудь пойдет по тропе, до нее донесутся голоса, и она сможет позвать на помощь. Туристы выведут

ее через подлесок и заросли папоротников обратно к безопасной дорожке. Но никого нет. Какое-то время Эллер идет по нескольким узким тропинкам, но в конце концов понимает, что их протоптали дикие кабаны, продираясь сквозь заросли.

Птицы поют и щебечут в листве, как всегда энергично перепархивая с места на место. Каким-то образом пространство, окружающее Эллер, сузилось до размеров комнаты и одновременно бесконечно расширилось. Она может находиться где угодно. Стоя в тени деревьев, она внезапно слышит все многообразие тихих, едва уловимых звуков леса.

Тем временем солнце продолжает свой путь над ее головой, медленно опускаясь за деревья. Кажется, будто птицы убаюкивают его. Затем наступает темнота. Если бы Эллер посмотрела вверх, то увидела бы сквозь колышущуюся листву несколько звезд. Возможно, кто-то мог бы по ним сориентироваться, но не Эллер. В какой-то момент ее телефон завибрировал, принимая текстовые сообщения от обеспокоенных друзей. Но в лесу она его не слышит. Одета только в майку и спортивные штаны, Эллер оставила телефон вместе с бумажником и бутылкой воды в машине. Она оказалась не готова к испытаниям, так как планировала отлучиться лишь на короткое время. Ее сердце колотится в груди, словно пойманная птица. Она садится у основания дерева и ждет, когда закончится эта первая ночь. Лес поглотил ее.

К этому моменту некоторые из вас, наверное, уже начали осуждать Эллер. Однако почти для любого из нас такая ситуация была бы жуткой. Недавно во время похода по северной части Мичигана мой семилетний сын Роуэн разбудил меня в 4 утра, потому что ему понадобилось в туалет. Мы вместе вылезли из палатки и стояли среди мокрых шумящих деревьев в крошечной черной как смоль темноте. В то утро, по прогнозам, должна была начаться гроза. Едва различимые ветви

деревьев бешено раскачивались на ветру. Тогда я в какой-то степени осознал, насколько ужасно было бы заблудиться и оказаться без крыши над головой в 4 часа утра в темноте такого леса.

Перед тем как Эллер сошла с тропы и исчезла, для нее это был ничем не примечательный день, обычная среда. Но внезапно все изменилось. В один момент возможное будущее Эллер обрело совершенно иные очертания, хотя она еще не поняла этого. В конце концов, если вы представите себе такую ситуацию и будете прокручивать ее в голове снова и снова, то почти во всех случаях Эллер, отдохнув, поднимется на ноги и вернется обратно на тропу. Она дойдет до парковки, испытывая легкую жажду и уже подумывая об обеде, откроет машину, мельком взглянет на экран телефона. Никто ей не звонил.

Так происходит почти всегда. Но не *каждый* раз.

И уж определенно не в этот раз.

* * *

Как это вообще возможно — сделав несколько шагов в сторону от хорошо протоптанной тропы в многолюдном уголке заповедника, бесследно раствориться в лесу?

Я прочитал про исчезновение Эллер в 2019 г., примерно тогда же, когда это произошло, и был поражен этой историей. Я следил за ее развитием, каждый день читая новости. Эта история еще долго не выходила у меня из головы. Она прорастала во мне, как тонкий росток. Его листья распускались в моих мыслях. Я, как Эллер, терялся в лесу, пусть всего на несколько мгновений, наполненных паникой.

На самом деле я постоянно умудряюсь заблудиться. У меня нет чувства направления. Если завязать мне глаза и отвезти

за несколько кварталов от моего дома в Гранд-Рэпидс в штате Мичиган, где я прожил более десяти лет, я почувствую себя таким же потерявшимся, как если бы меня телепортировали на окраину Рейкьявика. Мне нужно всего несколько секунд, чтобы заблудиться. В людных местах. В темном лесу. В парке аттракционов. В городе. На моей собственной улице. В супермаркете. На лестничной клетке. На узких улочках в маленьких английских деревеньках под дождем. В любом месте ночью. Я теряюсь всегда.

Я блуждаю в незнакомых зданиях. Однажды я попытался покинуть этаж больницы, но вместо этого каким-то образом ушел еще дальше во внутреннюю часть здания. Внезапно я очутился в душной темной комнате, среди скрежещущих труб и полупустых ведер. Кабинет моего врача расположен в лабиринте коридоров, словно специально созданном, чтобы запутать любого. Торговые центры, особенно ярко освещенные, — отличное место, чтобы вызвать у меня панику. Многоэтажные парковки в своем бетонном бруталистическом великолепии напоминают мне советскую тюрьму.

Однако художественные музеи — это чудесное исключение для меня. Метрополитен-музей — одно из немногих мест в мире, где я счастлив затеряться. Я брожу по его просторным галереям, залитым мягким светом, пребывая в состоянии спокойной и блаженной дезориентации.

Не так давно я провел неделю на мексиканском курорте, раскинувшемся на огромной территории. С одной стороны плескался океан — мерцающая граница, которую сложно не заметить. С другой стороны курорт представлял собой зеленую сеть извилистых дорожек, как на поле для гольфа, но без лунок. На каждом шагу были плавательные бассейны. Я почувствовал себя запертым в картине Дэвида Хокни. Я не мог сориентироваться там всю неделю. В один жаркий

день, когда я снова заблудился, возвращаясь в наш номер, я понял, что утром использовал как ориентир игуану, но она уже успела переместиться.

Часто, гораздо чаще, чем хотелось бы признавать, я проезжаю свой собственный дом. Карты помогают, но, используя их, я все равно ошибаюсь. Я могу выучить дорогу к определенным местам: кабинету моего стоматолога, в аэропорт, в школу, где учатся мои дети. Но если я не езжу этим маршрутом около месяца, он начинает понемногу забываться и однажды полностью исчезает из памяти. По шкале от 1 до 10, где 1 — это очень, очень плохо, я оцениваю свои пространственные навыки на 1. И это имеет для меня большое значение.

Исследования показывают, что, когда нас просят определить свои пространственные способности, наша самооценка оказывается довольно точной. Иными словами, мы знаем, если у нас это плохо получается. Я не справляюсь со всеми задачами, связанными с ориентацией в пространстве. Я не умею мысленно вращать объекты и не могу представить расположение разных комнат в моем доме относительно друг друга. Я не только не умею читать карту, но и не могу сложить ее обратно в аккуратный прямоугольник. Пазлы, многолюдные пляжи, кодовые замки — все это вызывает у меня ужас. Оригами для меня невыносимо, а кубик Рубика — сущее злостное издевательство. Во время визита к врачу, когда надо надеть халат с завязками сзади, я не могу их завязать. От поездки за рулем в незнакомый город меня прошибает пот, у меня пересыхает в горле, подкатывает тошнота, учащается дыхание, костяшки пальцев белеют и накатывает экзистенциальный страх. Ощущение обреченности в стиле барокко. Гаргули кружат над головой.

Каким-то образом мне удалось дожить до 40 лет, прежде чем я осознал свою неспособность ориентироваться

в пространстве. Это оказалось откровением. Я привык считать, что все такие же, как и я. Но это не так.

Моя жена Эмелин ориентируется легко и естественно. Ее представления о физическом мире настолько отличаются от моих, что временами мне кажется, что это блестящий и изощренный обман с ее стороны. Как если бы она заявила, что умеет разговаривать с животными. Но Эмелин все время демонстрирует мне свои исключительные навигационные способности. Куда бы она ни отправилась, у нее всегда есть сложная, полностью функциональная карта, хранящаяся в глубине ее мозга. Эта внутренняя карта очень подробна и содержит множество пространственной информации. В нейронауке для этого есть специальный термин — когнитивная карта. Если мы с ней приезжаем в город, где не были более десяти лет, Эмелин всегда легко может использовать эту свою внутреннюю карту. В новой обстановке она сразу начинает строить новую карту — расширять ее границы и заполнять незнакомые участки.

Как она это делает? У нас по-разному устроен мозг или мы используем его по-разному? Могу ли я использовать свой как-то иначе? Эта книга — попытка разобраться в таких различиях. Моя жена все время расстраивается из-за моего непреодолимого состояния потерянности. У нее самой есть отлично функционирующая и постоянно обновляющаяся внутренняя карта, и для нее непостижимо, как я могу заблудиться в двух кварталах от дома. Иногда Эмелин говорит, что я умудряюсь потеряться, потому что не обращаю внимания на то, куда иду. По-моему, это как сказать человеку с дальтонизмом, что если он будет внимательно вглядываться в листву, то в конце концов поймет, что она зеленая.

В сельской местности мне сложно: холмистые сельскохозяйственные угодья, извилистые дороги, стога сена, птицы,

сидящие на проводах, словно ноты на нотном стане. Трактор в поле. Стая ворон. Силосная яма. Но в городах все еще хуже. Города — это темные мистические места. Кажется, что гостиницы исчезают и появляются снова, как будто они доступны только в определенное время суток. Улицы не подчиняются физическим законам Вселенной. Целые городские кварталы словно переползают из одного места в другое. В городе, в *любом* городе, я безнадежно теряюсь. Благодаря смартфонам ориентироваться в таких местах стало проще. Я становлюсь мигающим синим курсором, который невозможно двигаться вдоль улиц. Но темная магия никуда не девается. Подобно приближающейся, но еще невидимой буре, она таится на краях карты, ожидая, когда сядет батарея моего смартфона.

Поэтому, когда я впервые прочитал историю Аманды Эллер, то ощутил все это: сердце, замирающее от паники, самые первые безумные секунды нарастающего страха в лесу. Кабаньи тропинки, ведущие в никуда. Беспольный телефон с темным экраном, оставленный в машине.

На ее месте мог быть и я.



Глава 2

Розовый морской конек

Мозг обычного взрослого человека весит примерно 1350 г и содержит около 100 млрд* связанных между собой нейронов. Этакий бесконечно сложный биологический суперкомпьютер. Возьмем, например, один из его нейронов: он может получать информацию от примерно 10 000 нервных клеток и сам передавать сообщения другим 10 000 нервным клеткам, образуя огромную взаимосвязанную сеть. Мозг представляет собой непрерывно работающую электрическую паутину. И до недавнего времени сложные системы, отвечающие в мозге за навигацию, оставались неизвестны.

Однако сейчас ситуация меняется. В течение нескольких последних десятилетий нейробиологи пришли к более глубокому и детальному пониманию того, каким образом мозг обеспечивает нам возможность ориентироваться в окружающем мире. Способность ориентироваться — фундаментальный аспект нашего существования. Нейронные системы, обеспечивающие навигацию, очень древние, они возникли гораздо раньше языка и культуры. Когда-то они позволили нам, как новому биологическому виду, распространиться далеко за пределы

* Согласно современным исследованиям, более точное количество — около 86 млрд. — *Прим. науч. ред.*

Рифтовой долины в Африке и заселить, а в итоге и полностью преобразовать каждый уголок земного шара.

В настоящее время нейробиологи выявили и описали группы нейронов, которые выполняют совершенно разные функции, связанные с ориентацией в пространстве. Такие нейроны получили названия «клетки места», «клетки решетки» (также их можно назвать координатными клетками) и «клетки направления головы». Мы ориентируемся в пространстве благодаря совместной работе определенных областей мозга: гиппокампа, префронтальной коры, парагиппокампальной пространственной области, энторинальной и ретроспленальной коры, хвостатого ядра — все они функционируют согласованно, чтобы обеспечить нам постоянное обновление когнитивной карты и возможность ориентации по ней. В мозге есть участки, избирательно реагирующие на ориентиры; специализированные нейроны, активирующиеся, только когда их владелец приближается к границе пространства; области, отвечающие за выстраивание маршрута. Тем не менее остается еще много загадок.

В исследовании 2019 г. было выявлено, что мозговые волны человека реагируют на изменения магнитного поля Земли¹. Это означает, что мы можем неосознанно использовать его невидимую силу для навигации, как это делают утри или мигрирующие птицы. Необходимо только, чтобы все эти клетки и системы в разных областях мозга функционировали совместно и правильно. Когда этого не происходит, способность быстро находить дорогу начинает нарушаться.

В процессах, обеспечивающих пространственную ориентацию, участвует весь мозг. Вы можете не быть шахматным гроссмейстером, анализирующим сложное расположение фигур на доске, представляющим партию на семь ходов вперед и одновременно оценивающим миллион разных вариантов.

Возможно, вы даже испытываете проблемы с делением в столбик. Это не имеет значения: ориентироваться в переполненном людьми магазине ИКЕА и не заблудиться там — все равно бесконечно более сложная задача для ваших нейронов. Из-за невероятной сложности процесса навигации в системе часто происходят сбои. Давайте посмотрим, какое определение этому понятию дается в Оксфордском словаре английского языка (*Oxford English Dictionary, OED*).

НАВИГАЦИЯ [ОРИЕНТАЦИЯ] (*сущ.*) — процесс точного определения своего местоположения, а также тщательного планирования маршрута и следования ему или связанная с этим деятельность.

Иными словами, ориентация в пространстве — это не какой-то один процесс. Хотя в словаре дано не научное определение, тем не менее оно объединяет три совершенно разные задачи: нужно определить свое местоположение, составить план маршрута по определенной местности и затем следовать ему. Если у вас не получилось сделать что-то одно, значит, вы потерпели неудачу в навигации. Для каждого из этих компонентов требуется свой сложный каскад нейронных реакций — это некий танец, в который вовлечены разные отделы мозга. И он никогда не заканчивается. Мы *всегда* ориентируемся в пространстве. Каждый раз, когда мы открываем входную дверь и направляемся к припаркованной машине или ходим по продуктовому супермаркету, мы полагаемся на наши собственные навигационные системы, которые указывают, куда надо двигаться. Мы должны ориентироваться даже в собственном доме. И для этого мы используем маленькую, но очень могущественную часть нашего мозга — гиппокамп.

* * *

Это произошло в 1560-е гг. В тот день Юлий Цезарь Аранци, анатом из Болонского университета, осторожно положил свежий человеческий мозг на свой рабочий стол². Он отступил на шаг, чтобы рассмотреть мозг, отсвечивающий перламутровым блеском³. Медленно оседавший под собственным весом, мозг представлял собой блестящий розовый купол, изрезанный извилистыми бороздами и выпуклостями, его внешняя поверхность была украшена тонкой сетью землянично-красных кровеносных сосудов. Выпрямившись, Аранци осторожно приложил свой остро наточенный нож с костяной рукояткой к поверхности коры мозга и плавно надавил. Мозг распался на две половины, как разрезанное яблоко. Наклонившись к поверхности разреза, Аранци увидел плотно упакованную внутреннюю часть мозга. Он начал изучать его затейливую географию — кора напоминала береговую линию с бесчисленными заливами, фьордами и низменностями. Затем, сделав глубокий вдох, анатом согнулся над мозгом и запустил внутрь него свои чуткие пальцы.

Глубоко в центре мозга Аранци нашел небольшую С-образную парную структуру — гиппокамп. Она располагалась почти на вершине ствола мозга, проникая между другими структурами. Оттуда она уходила назад, изгибаясь вверх над собой элегантною полудугой подобно эмблеме Nike — по одному гиппокампу в каждом полушарии, в височной доле мозга. Работая не спеша, Аранци отделил один из гиппокампов от окружающих тканей и положил его, все еще влажный и неповрежденный, перед собой на рабочий стол. Своим длинным изгибом, который называется *сводом* (*fornix* по-латыни), эта структура напомнила Аранци морского конька или рог барана, а возможно, белую гусеницу шелкопряда. Это был очень красивый объект.

В 1564 г., когда Аранци впервые дал описание этой структуры в своем научном трактате «Книга о человеческом зародыше» (*De Humano Foetu Liber*), он окончательно остановился на названии *гиппокамп*, что в переводе с греческого означает «морской конек», от корней ἵππος (*ippos*) — «лошадь» и κάμπος (*kámpos*) — «морское чудовище». Если вырезать гиппокамп из мозга и положить его перевернутым на рабочем столе, чтобы свод загибался под ним в форме запятой, как хвост, то эта структура действительно напоминает странного бледно-розового морского конька. Название «гиппокамп» прижилось. Это было замечательное открытие, поистине проблеск света во тьме.

Для понимания контекста надо пояснить, что, когда Аранци описал гиппокамп, люди все еще твердо верили в существование ведьм. Незадолго до этого в Англии, во времена правления королевы Елизаветы, парламент принял закон против колдовства: «Акт против заклинаний, волшебства и ведовства» (*An Act agaynst Conjurations Inchantmentes and Witchecraftes*). Его первой жертвой стала Элизабет Лоуис, которую повесили в том же году за убийство трех человек с помощью темных сил⁴. Самые распространенные недуги тогда лечили, делая кровопускание. Преступления карались жестокими пытками. Солнечные затмения, когда замолкали птицы, считались роковыми предзнаменованиями. Алхимики искали неуловимую формулу превращения свинца в золото. Это были темные времена. А в том же году за сотни километров от Болоньи, где жил Аранци, по другую сторону Апеннин, в Пизе, родился будущий астроном Галилео Галилей. Уже шел процесс пробуждения науки, но это было лишь его начало⁵. Сегодня нейробиологи понимают, что гиппокамп играет важнейшую роль в обеспечении нейропластичности и задействован в таких сложных функциях мозга, как обучение

и память. Кроме того, он чрезвычайно важен для навигации и пространственной памяти. Следует, однако, отметить, что в 1564 г., как и в последующие почти четыре столетия, о функциях гиппокампа еще ничего не было известно.

Только в 1950-е гг. нейробиологи наконец начали понимать, чем занимается гиппокамп. Все началось с операции на мозге, проведенной у одного пациента. Так уж вышло, что спустя четыре столетия тайна гиппокампа была раскрыта в результате несчастья, постигшего человека, известного как Г. М.⁶ На протяжении десятилетий его личность оставалась скрытой за этими инициалами в целях сохранения конфиденциальности. Наконец в 2008 г., после его смерти в возрасте 82 лет, нам раскрыли его полное имя: Генри Густав Молисон.

Когда Г. М. умер, его мозг извлекли, зафиксировали в формалине, заморозили в желатине и затем порезали на микро-томе на 2401 кусочек. Толщина каждого коронарного среза — поперечного среза головного мозга в коронарной плоскости — составляла 70 мкм, то есть была примерно равна толщине волоса. Монотонный процесс непрерывной резки длился 53 часа и транслировался в прямом эфире через интернет. Это было гипнотическое зрелище: широкое металлическое лезвие медленно и равномерно, точно метроном, скользит по поверхности замороженного мозга, заключенного в матовом блоке, покрытом слоем льда. После каждого прохода лезвия нейробиолог Джакомо Аннезе с помощью мягкой щетки снимает идеальный срез мозга и убирает в контейнер для длительного хранения.

Начиная с десятилетнего возраста Г. М. страдал от приступов эпилепсии. Шли годы, приступы постепенно становились все чаще и сильнее, и жить нормальной жизнью стало уже невозможно. 1 сентября 1953 г., когда Г. М. было 27 лет, нейрохирург Уильям Сквилл решил попробовать радикаль-

ный подход — двустороннюю резекцию медиальной части височной доли. Это было сомнительное с этической точки зрения решение, требующее хирургической операции. Сковилл просверлил два небольших отверстия в лобной кости пациента, пока тот сидел в кресле в сознании, а затем ввел в отверстия хирургические инструменты, направив их в мозг, как в игре «Операция». Аккуратно отведя в сторону лобные доли шпателем, Сковилл почти полностью удалил гиппокампы вместе с небольшим участком окружающей ткани. Это помогло. Приступы у Г. М. прекратились. Но теперь он столкнулся с новой проблемой.

«Основная проблема Г. М. заключалась в том, что он стал чрезвычайно забывчивым», — говорит Ларри Сквайр, исследователь памяти из Калифорнийского университета в Сан-Диего. И это еще мягко сказано. После операции Г. М. не мог запомнить почти ничего. В одно мгновение его долговременная память была необратимо удалена, уничтожена. По словам Сквайра (сам он оценивает свои пространственные навыки на 8-9 баллов из 10), в мозге Г. М. имелись обширные повреждения: «Пострадал гиппокамп, миндалина и вся нижележащая кора — энторинальная, периренальная и парагиппокампальная». До операции по удалению гиппокампа у Г. М. нейробиологи полагали, что сохранение воспоминаний — процесс, в котором участвует весь мозг целиком. Теперь стало очевидно, что это не так.

Существуют разные виды памяти, каждый из которых связан с разными структурами мозга. Самая короткая из них — сенсорная память. Она мимолетна и либо исчезает, иногда менее чем за секунду, либо переносится в кратковременную память. Информация в кратковременной памяти хранится немного дольше — 20-30 секунд. Мы используем эту память, когда надо запомнить набор цифр, например телефонный

номер, или решить короткую задачу. Современные исследования показывают, что в формирование кратковременной памяти вовлечена префронтальная кора.

Американский психолог Уильям Джеймс в своем основополагающем труде 1890 г. «Принципы психологии» определяет кратковременную память (он ее называет «непосредственной памятью») как «принадлежащую к отдаленной части настоящего отрезка времени, а не к подлинному прошедшему времени»⁷. Кратковременные воспоминания тоже либо разрушаются и исчезают, либо перекодируются в стабильные долговременные воспоминания с помощью происходящего в гиппокампе процесса, получившего название *долговременная потенцияция**. Долговременная память намного более устойчива. Ее, в свою очередь, можно разделить на эпизодическую, которая содержит личные автобиографические воспоминания о каких-либо событиях, и семантическую — память о фактах**. Долговременная память представляет собой своего рода архивное хранилище. Или же, как выразился Джеймс, «объект, о котором вспомнили, — тот, который полностью отсутствовал в сознании, но появился там снова. Его возвратили, вспомнили, можно сказать, выудили из хранилища, в котором он был погребен и потерян из виду, вместе с бесчисленным множеством других объектов».

В ходе обследований Г. М. мог поддерживать короткий разговор и выполнять небольшие задания, например повторять последовательность чисел вслед за исследователем⁸.

* А также с помощью ряда других механизмов. Долговременная потенцияция происходит не только в гиппокампе. Переход кратковременной памяти в долговременную также задействует и другие структуры мозга. — *Прим. науч. ред.*

** Здесь речь идет только об эксплицитной долговременной памяти. ИмPLICITная память (к которой относится процедурная и, например, ассоциативная) также может быть долговременной. — *Прим. науч. ред.*

Другими словами, кратковременная память у него была сохранена, поскольку его префронтальная кора практически не пострадала. Но операция серьезно повлияла на его долговременную память. Его эпизодические воспоминания оказались стерты. У него не осталось личных воспоминаний о своей жизни, хотя сохранились некоторые семантические воспоминания о фактах, которые предшествовали операции.

До сих пор точный процесс формирования воспоминаний не вполне понятен. «Возьмем, например, разговор, который мы ведем прямо сейчас, — сказал мне Сквайр, когда я позвонил ему по телефону. — То, что происходит сейчас, никогда не происходило ни с кем из нас раньше. Есть вещи, строго привязанные к конкретному месту в пространстве и времени. Они во всех отношениях уникальны».

В этот единственный, неповторимый момент активируются области мозга, отвечающие за восприятие, кратковременную память и формирование долговременных воспоминаний. До сих пор эти нейроны еще никогда не активировались одновременно. По словам Сквайра, гиппокамп, благодаря своей сети связей с другими областями мозга, объединяет нейроны из разных его частей. «Как только мы повесим трубку и это событие исчезнет из нашего непосредственного восприятия, мы сможем снова вызвать его в памяти, потому что гиппокамп связывает их все вместе». Со временем связи между этими различными отделами мозга могут закрепляться и усиливаться, пока отдельные элементы во времени и пространстве не соединятся в единое представление. Конкретные детали текущего момента — сейчас вторая половина дня, среда, месяц март, на улице под дождем гроыхает грузовик — окажутся необратимо связаны друг с другом. В конце концов, эти детали можно будет вызвать в памяти и без помощи гиппокампа. В совокупности они образуют

след памяти в коре головного мозга. «Этот постепенный переход ответственности от гиппокампа к коре называется консолидацией»^{*}.

Кора головного мозга — хранилище воспоминаний, она похожа на огромную, необъятную библиотеку. В исследовании 2016 г. объем информации, которая может храниться в мозге, оценили в квадриллион байт, или один петабайт, что примерно на порядок больше, чем считалось ранее⁹. Для лучшего понимания приведем такой пример: в апреле 2019 г. NASA опубликовало первое изображение черной дыры, расположенной в ядре сверхгигантской эллиптической галактики Мессье 87 в созвездии Девы, в 55 млн световых лет от Земли. Это изображение было создано на основе гигантского количества данных, составляющих пять петабайт, что равно объему памяти всего пяти человек. После операции в 1953 г. процесс консолидации памяти у Г. М. остановился, можно сказать, его библиотека воспоминаний перестала пополняться новыми книгами. В 1957 г. врачи спросили у Г. М., какой сейчас год, и он ответил, что 1953-й. По словам Сквайра, остается еще много тайн: «Мы до сих пор не знаем точно, как воспоминания сохраняются длительное время, каков механизм этого процесса, какие именно клетки кодируют память и где они находятся».

В последние годы даже общепризнанная модель долговременной памяти ставится под сомнение. «Это стандартная история, которую рассказывают уже довольно давно, и я был одним из тех, кто начал говорить об этом 30-40 лет тому назад», — отмечает психолог из Аризонского университета

^{*} Точнее, этот конкретный процесс называется системной консолидацией. Консолидация — общий термин, означающий переход кратковременной памяти в долговременную. — *Прим. науч. ред.*