

УДК 612.82
ББК 28.707.3

Author: Unni Eikeseth
Jakten på stedsansen. Hvordan May-Britt og Edvard Moser løste
en av vitenskapens store gåter

31 Copyright 2018 Jakten på stedsansen. Hvordan May-Britt og Edvard Moser løste en av vitenskapens store gåter. Vigmostad & Bjørke

Published by permission of Winje Agency A/S, Skiensgate 12, 3912 Porsgrunn, Norway

В оформлении обложки использована иллюстрация:

Jorm S / Shutterstock.com

Используется по лицензии от Shutterstock.com

Эйкесет, Унни.

31

Окей, мозг, где я? : Как работает наша внутренняя система навигации, зачем нужны воспоминания и почему иногда они стираются / Унни Эйкесет ; [перевод с норвежского Е. Воробьевой]. — Москва : Эксмо, 2021. — 192 с. — (Открытия века: новейшие исследования человеческого организма во благо здоровья).

Задумывались ли вы, откуда ваш мозг знает, где вы находитесь? Почему ваши воспоминания связаны с местами? На эти и многие другие вопросы даны ответы в этой книге.

Эта история сенсационного открытия нейронов, которые помогают нам как внутренняя система GPS. Книга перенесет вас в лабораторию ученых Мей-Бритт и Эдварда Мозера и позволит познакомиться с работой многих исследователей, которые показали, как определенные невероятные клетки помогают крысам и людям найти свой путь. Это увлекательное научное достижение, которое произвело революцию в нашем понимании мозга и принесло ученым Нобелевскую премию по медицине и физиологии.

УДК 612.82
ББК 28.707.3

Все права защищены. Книга или любая ее часть не может быть скопирована, воспроизведена в электронной или механической форме, в виде фотокопии, записи в память ЭВМ, репродукции или каким-либо иным способом, а также использована в любой информационной системе без получения разрешения от издателя. Копирование, воспроизведение и иное использование книги или ее части без согласия издателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

Научно-популярное издание

ОТКРЫТИЯ ВЕКА:

НОВЕЙШИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ОРГАНИЗМА ВО БЛАГО ЗДОРОВЬЯ

Эйкесет Унни

ОКЕЙ, МОЗГ, ГДЕ Я?

Как работает наша внутренняя система навигации, зачем нужны воспоминания и почему иногда они стираются

Директор редакции Р. Фасхудинов. Начальник отдела Т. Решетник
Руководитель направления О. Шестова. Ответственный редактор О. Шершневая
Художественный редактор П. Петров. Научный редактор В. Романова

Компьютерная верстка С. Терентьева. Корректоры В. Елетина, Ю. Шигарева, Е. Копылова

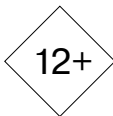
Страна происхождения: Российская Федерация

Шыгарылган ели: Ресей Федерациясы

В оформлении обложки использована иллюстрация:

Jorm S / Shutterstock.com

Используется по лицензии от Shutterstock.com



eksmo.ru

ООО «Издательство «Эксмо»
125080, Россия, город Москва, улица Вавилова, 3, строна 1, этаж 20, каб. 2013.
Тел.: 8 (495) 411-88-88
Имя: редакция@eksmo.ru, Е-mail: info@eksmo.ru
125080, Россия, када Москва, Вавилова ул., 3, строна 1, этаж 20, каб. офис 2013 к.
Тел.: 8 (495) 411-88-88
Имя: редакция@eksmo.ru, Е-mail: info@eksmo.ru
Тел.: 8 (495) 411-88-88
Имя: редакция@eksmo.ru, Е-mail: info@eksmo.ru
Интернет-магазин: www.book24.ru
Иллюстрация: jorm.s@shutterstock.com
Иллюстрация в Республику Казахстан: ТОО «PDS-Алматы»
Казахстан Республикасының Алматы қаласы, Республикасының ЖСД.
Дистрибутор и представитель по всему Казахстану на производстве,
и в Республике Казахстан: ТОО «PDS Алматы»
Казахстан Республикасының дистрибуторы және өкілі Алматы аймағы территориясында
Қазақстан Республикасының ЖСД.
Имя: казах@pds.kz, Е-mail: info@pds.kz
Тел.: 8 (777) 251-59-90/91/92. Е-mail: RDC-Almaty@book24.ru
Бизнес-информация: www.book24.ru
Сторификация тармағы: авторлар сайты: www.eksmo.ru, www.book24.ru
Создание и подготовка издания осуществлены на основе электронной версии PDF-
с помощью программного обеспечения, выпущенного на сайте Издательства «Эксмо»
www.eksmo.ru
Владельцы прав: Россия, Сторификация казахстанскими

Дата изготовления / Подписано в печать 02.11.2020.

Формат 60x90/16. Печать офсетная. Усл. печ. л. 12,0. Тираж экз. Заказ

ISBN 978-5-04-117972-4



9 785041 1179724 >

ISBN 978-5-04-117972-4



© Воробьева Е., перевод, 2020
© ООО «Издательство «Эксмо», 2021

Посвящается Тормуду

СОДЕРЖАНИЕ

«Удивительное искусство»	7
Харэйдский астрономический клуб	11
Гиппокамп.	17
След памяти.	25
Плавающие крысы	33
Горячие мозги.	41
Эдинбург	57
Внутренняя карта.	63
Падение догмы	73
Дух времени	85
Шаг в неизвестность	91
Картина проясняется.	103
Крысы в курточках — в поисках клеток места.	113
Нейроны границы	116
Нейроны скорости	124

Крысиные курточки	128
Автомобиль из каменного века	130
Дворец памяти	135
Нейроны места или нейроны памяти?	136
Телепортация	140
Четыре карты	145
Эволюция воспоминаний	153
«Прошу срочно перезвонить»	157
Нобелевская стратегия	166
Нобелевское безумие продолжается	169
Нобелевское платье и король	171
В белизну: когда воспоминания умирают	173
Благодарности	182
Список литературы	186

«УДИВИТЕЛЬНОЕ ИСКУССТВО»

Сплошная, бесконечная белизна. Лейтенант Российской армии Фердинанд Врангель и участники его экспедиции испытывали сильную резь и жжение в глазах из-за яркого света, отражавшегося от припорошенного снегом льда, сковавшего море. Стоял апрель 1821 года. Чуть больше недели назад экспедиция покинула материк и устремилась на север по замерзшему морю. Караван состоял из 22 нарт, в которые было запряжено в общей сложности 240 собак. В первые дни еще виднелись Барановы Камни на берегу, но постепенно они сравнялись с линией горизонта, и после этого мир вокруг экспедиционной группы превратился в бесконечную ледяную плоскость, нарушаемую лишь полыньями и торосами (обломками льда).

Врангель руководил одной из двух экспедиций в Сибирь, направленных императором Александром Павловичем для заполнения белых

пятен на карте к северу от Российской империи. В задачи экспедиции входило составление подробных карт северо-восточного побережья Сибири. Кроме того, они должны были узнать, действительно ли к северу от Сибири в арктических водах есть неоткрытые земли, как утверждали некоторые другие путешественники.

Для Врангеля и его спутников умение ориентироваться на местности и отыскать дорогу назад через замерзшее море, не имея практически никаких навигационных ориентиров, было вопросом жизни и смерти.

Поскольку полыньи и крупные торосы то и дело заставляли экспедицию сходить с намеченного маршрута, Врангелю постоянно приходилось прокладывать новый курс. Помогали ему в этом передовые навигационные приборы того времени: два хронометра, позволявшие более или менее точно узнавать время, а также один секундомер, один секстант, один искусственный горизонт, три азимутных компаса, два телескопа и одна измерительная лента. Каждый день в конце перехода Врангель сопоставлял показания всех приборов, чтобы рассчитать точное положение экспедиционной группы. Удивительно было другое: многие из его спутников гораздо лучше него знали, где они находятся после целого дня пути по льду, причем без всяких навигационных приборов. Им словно помогало «удивительное искусство сохранять и помнить данный курс», писал лейтенант в своих заметках.

Особенно поразил Врангеля опытный проводник и нартовщик, казачий сотник Татаринов:

«Среди самых спутанных гряд торосов, обвезжая огромные горы, сворачивая то направо, то налево, он всегда так располагал дорогой, что изгибы взаимно уничтожались, и каким-то инстинктом находил он всегда настоящий курс. С моей стороны, я следовал по компасу за извилинами дороги, и не помню случая, когда мне нужно было поправлять моего нартовщика. Расстояния одного места от другого считали мы прямыми линиями и поверяли обсервационными широтами»¹.

Оказавшись в ловушке тающих льдов и стремительно увеличивающихся полыней, экспедиция Врангеля вынуждена была повернуть назад к материку. Они не нашли к северу от Сибири большой суши, но обнаружили несколько островов и заполнили белые пятна на карте. Пару десятилетий спустя рассказ о полном тягот и невзгод путешествии Врангеля вышел на английском языке и попался на глаза знаменитому

¹ В оригинале цитата взята из кн. Von Wrangel, F. & Sabine, E. (red.) (1844). *Narrative of an Expedition to the Polar Sea, in the Years 1820, 1821, 1822 & 1823*. London: James Madden & Co, p. 40. и переведена на норвежский язык автором. В русском переводе цитата взята из кн. «Путешествие по северным берегам Сибири и по ледовитому морю, совершенное в 1820, 1821, 1823 и 1824 гг., экспедицией, состоявшей под начальством флота лейтенанта Фердинанда Фон-Врангеля. Часть вторая». Санкт-Петербург, Типография А.Бородина и Ко, 1841, с. 23, орфография нормализована переводчиком.

автору теории эволюции Чарльзу Дарвину. Тот обратил внимание на упоминание о невероятном топографическом чутье нартовщиков и задумался, как такое вообще возможно.

Дарвин и сам участвовал в большой экспедиции на судне «Бигль» в 1831–1836 годах. Он прекрасно понимал, как трудно следить за курсом в условиях, сопровождавших вылазку Врангеля по льду. Ни компаса, ни Полярной звезды было недостаточно, чтобы определить свое положение в открытом море, когда приходится постоянно менять курс. Должно быть, нартовщики руководствовались некими подсознательными вычислениями скорости, направления и времени. Впрочем, Дарвин не считал, что у нартовщиков было какое-то особое качество, отсутствующее у других людей. Судя по всему, все люди в той или иной степени могут ориентироваться на местности, просто нартовщики довели эту способность до совершенства. С позиции эволюционной биологии для этой способности были важны зрение, а также информация о движении мышц.

Чарльз Дарвин сформулировал предположение, которое оставалось недоказанным долгое время после его смерти: в мозге существует отдельная зона, отвечающая за чувство направления?¹

Лишь 130 лет спустя эта гипотеза была доказана исследовательской четой из небольшого норвежского университета.

¹ Darwin, 1973.

ХАРЭЙДСКИЙ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КЛУБ

Одним осенним днем 1982 года три человека случайно встретились на улице в Осло. 32 года спустя двое из них несколько недель не сходили со страниц газет, став лауреатами Нобелевской премии по медицине — первыми в истории Норвегии.

Мэй-Бритт Андреассен, 19 лет, только что закончила свою смену в кофейне и как раз направлялась в сторону центра, когда заметила на улице двух старых знакомых. Это были Эйвинн Странн, с которым она училась в гимназии в Ульстейнвике, и Эдвард Мозер, с которым они вместе ходили на химию. Эдвард упомянул, что весной планирует приступить к учебе в Осло, и Мэй-Бритт, которая уже полтора года жила и училась здесь, предложила провести ему экскурсию, если понадобится. Она помнила, каково ей было самой оказаться одной в незнакомом городе, и искренне хотела помочь ему освоиться в университете и в столице.

Мэй-Бритт не очень близко знала Эдварда, но по школьным временам помнила, что он немало застенчив. Тем сильнее она удивилась, когда, приехав в Осло несколько месяцев спустя, он сам вышел на связь и попросил провести ему экскурсию по университетскому городку в Блиндерне.

Оба выросли в округе Суннмёре в Западной Норвегии, в 20 км друг от друга. Она — на ферме в Фоснавоге, он — в небольшом городке под названием Харэйд, расположенном на острове неподалеку. Мэй-Бритт была младшим ребенком в семье, а Эдвард родился старшим в семье, известной в округе своей необычной историей. Его родители, немцы, приехали в Норвегию в 1950-х, когда отцу предложили работу в органичной мастерской на острове Хамарсёйа.

Оба пошли в школу в августе 1969 года, всего несколько недель спустя после того, как Нил Армстронг и Базз Олдрин совершили первую в истории человечества посадку на Луну в составе миссии «Аполлон 11». И хотя с точки зрения норвежских первоклашек до США было примерно как до Луны, все они знали, что теперь оставить свой след на поверхности другой планеты стало возможно. Как и многие другие дети времен лунной программы, Эдвард Мозер увлекался астрономией и космическими кораблями. Вместе со своим одноклассником Эйстейном Ортенем он основал Харэйдский астрономический клуб, члены которого обменивались ин-

формацией о Солнечной системе и расстояниях между планетами. Впрочем, Эдварда интересовало множество других вещей: он коллекционировал камни и проводил в ванной химические опыты.

Мэй-Бритт, в свою очередь, была полна кипучей энергии и перепробовала все занятия, доступные в округе. Как и многие дети, выросшие в так называемом Библейском поясе¹, она посещала воскресную школу. Позднее она увлеклась плаванием, горными походами, вступила в клуб скаутов и училась играть на гитаре. На улице ее часто можно было увидеть в компании Бамсе — большой норвежской овчарки, которую ей подавали родители.

В первые месяцы жизни Эдварда в Осло они стали близкими друзьями — в том числе и потому, что оказались в похожей ситуации: оба находились в поиске дела всей жизни.

Первой дисциплиной, выбранной Эдвардом в университете, стала неорганическая химия, но он довольно быстро понял, что этот предмет ему не по душе. Он планировал попробовать другие естественные науки, но тут ему на глаза попала книга, повернувшая мысли в другое направление. На Эдварда произвела огромное

¹ Так называются регионы в США, Нидерландах, а также скандинавских странах, где широко велась миссионерская деятельность, и евангельский протестантизм стал одним из важнейших аспектов культуры и бытовой жизни. — Здесь и далее прим. пер.

впечатление работа Зигмунда Фрейда «Толкование сновидений», в которой ученый описывает свои и чужие сны и утверждает, что их содержание — ключ к пониманию человеческой психики.

«Я хотел разобраться, почему люди поступают так, как поступают, и почему им снится то, что снится, был ли Фрейд прав, утверждая, что сны являются ключом к пониманию работы человеческого сознания. Именно поэтому я увлекся психологией», — говорит Эдвард Мозер.

Мэй-Бритт лишь покачала головой, узнав, что Эдвард принимает всерьез настолько ненаучные гипотезы, но она разделяла его интерес к психологии. Еще с детских лет, проведенных в тесном контакте с природой и животными, она задавалась вопросами о том, каковы основы поведения людей и животных.

Итак, осенью 1983 года оба оказались в лекционном зале на курсе психологии. Довольно быстро они поняли, что сильнее всего их привлекает одна конкретная область этой науки — биологическая психология, в рамках которой ученые использовали естественнонаучный инструментарий, чтобы обнаружить биологическую основу поведения людей и животных. Обоих озарило: именно этим они хотят заниматься в будущем.

Руководитель курса Карл Эрик Греннесс дал им специальное издание журнала *Scientific American* — книгу «Мозг», которая познакомила

их с крупнейшими достижениями биологической психологии и нейробиологии последних лет¹. За предшествующие несколько десятилетий в психологии под влиянием новых открытий в нейронауке, биологии и химии произошла настоящая революция. Они осознали, что поступили в университет в тот момент, когда психологи начали понимать, каким образом мозг обучается и как это проявляется в поведенческих реакциях человека и животных. Ученые выяснили, что обучение заключается в выстраивании связей между нейронами, которые «общаются» с помощью синапсов. А память основана на повторной активации тех же самых нейронов, что были задействованы в обучении. В полученной от лектора книге они прочли о пионерских исследованиях американского ученого Эрика Кандела, проводившего эксперименты с нервной системой аплизии. Несмотря на то, что строение нервной системы этого моллюска крайне примитивно, он способен к обучению. Нейроны этого моллюска одни из самых крупных в животном мире и достигают в диаметре 1 мм. Их можно увидеть невооруженным глазом, благодаря чему моллюск представляет собой идеальный объект исследования².

У аплизии имеется один естественный рефлекс: в случае опасности она втягивает жабры.

¹ Scientific American, 1979.

² Kandel, 2006.

Кандел взял этот рефлекс за основу для своих экспериментов. Он научил аплизию отличать безопасное прикосновение (привычное) от прикосновения, которое должно было вызывать у нее обостренную реакцию (сенсбилизация). Последнее всегда сопровождалось ударом электрического тока. Кандел выяснил, что различные формы обучения — привыкание, или габитуация, и сенсбилизация — оставляют различный след на нейронах. Нейроны, которые обучались посредством сенсбилизации, отращивали дополнительные синапсы для втягивания жабр по сравнению с нейронами, привыкшими к безопасным прикосновениям. Это стало первым доказательством того, что процесс обучения отражается на физиологическом уровне в нервной системе¹!

Эдвард Мозер и Мэй-Бритт Андреассен были страшно разочарованы, узнав, что в Норвегии нет научных лабораторий, ведущих исследования в области биологической психологии. Однако вскоре они обнаружили нечто куда более интересное: оказалось, что в Университете Осло работает группа ведущих мировых нейробиологов, изучающих ключевую для памяти и обучения структуру головного мозга — гиппокамп.

¹ Эрик Кандел получил Нобелевскую премию по физиологии и медицине в 2000 г.