

УДК 612.82
ББК 28.707.3
К17

How Your Brain Works

Inside the Most Complicated Object in the Known Universe.

*First published in the English language by Hodder & Stoughton Limited.
Печатается с разрешения издательства Hodder & Stoughton Limited*

Нарушение прав автора, правообладателя, лицензиара влечет привлечение виновных к уголовной, административной и гражданской ответственности

Как работает ваш мозг. Внутри самого сложного объекта К17 во Вселенной / под ред. К. Уильямс ; пер. с англ. И. С. Бородычевой. — Москва : Издательство АСТ, 2019. — 256 с. — (New Scientist. Лучшее от экспертов журнала).

ISBN 978-5-17-110782-6

Как мозг человека стал таким сложным? Что такое память и как она устроена? Как рассчитать уровень интеллекта? Как управлять эмоциями? Как работает сознание? Почему мы не помним первые годы жизни? Чем отличается мозг мужчины от мозга женщины? Что происходит в голове, пока мы спим? Как современные технологии могут помочь усовершенствовать мозг?

В этой книге собраны лучшие статьи экспертов журнала *New Scientist*. Здесь вы найдете мысли ведущих нейробиологов, ответы на самые неожиданные вопросы и руководство по эксплуатации самого сложного объекта во Вселенной.

УДК 612.82
ББК 28.707.3

ISBN 978-5-17-110782-6
ISBN 978-1-47362-956-1 (англ.)

© New Scientist, 2017
© Оформление, ООО «Издательство АСТ», 2019

НАД КНИГОЙ РАБОТАЛИ

Главный редактор — Элисон Джордж, редактор серии «Специалисты комментируют» для журнала *New Scientist*.

Редактор — Кэролайн Уильямс, научный журналист и редактор, живет в Великобритании. Автор книги «Мой продуктивный мозг» (М., 2018).

Статьи этой книги основаны на беседах, которые проводились в 2016 году во время мастер-класса *New Scientist* «Как работает ваш мозг», и статьях, ранее опубликованных в журнале.

АВТОРЫ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫХ СТАТЕЙ

Дэниел Бор — писатель и нейрочученый-когнитивист в Центре изучения человеческого сознания им. Саклера в Сассекском университете (Великобритания).

Дерк-Ян Дейк — профессор, специалист по сну и психолог в Университете Суррея в Гилфорде, Великобритания, директор Суррейского центра исследования сна.

Джонатан К. Фостер — профессор клинической нейропсихологии и поведенческой нейробиологии при Университете Кёртин в Перте, Австралия, подразделении нейронаук Департамента здравоохранения штата Западная Австралия и Университете Западной Австралии.

Линда Готтфредсон — почетный профессор педагогики в Университете Делавэра в Ньюарке, специализируется на социальной значимости интеллекта.

Эндрю Джексон — нейробиолог из Института нейронауки в Университете Ньюкасла, работает над нейропротезами для восстановления движений рук после травм спины и над имплантатами мозга для лечения эпилепсии.

Джордж Мэтер — профессор Университета Линкольна, Великобритания, специализируется на восприятии движения и изобразительного искусства.

Майкл О’Ши — профессор нейробиологии и один из директоров Центра компьютерной нейробиологии и робототехники в Сассекском университете, Великобритания.

Тиффани Уотт Смит — стипендиат Центра истории эмоций в Колледже Квин Мэри Лондонского университета.

Рафаэлла Вински-Соммерер — исследователь суточных биоритмов и сна в Университете Суррея в Гилфорде, Великобритания.

Также благодарим следующих авторов:

Салли Ади, Анил Анантасвами, Колин Баррас, Энди Кохлан, Катерина де Ланге, Линда Геддес, Элисон Джордж, Джессика Григгз, Анна Гослин, Джессика Хамзелу, Боб Холмс, Кортни Хамфрис, Кристиан Джаррет, Грейам Лоутон, Джессика Маршалл, Элисон Мотлук, Хелен Филипс, Майкл Рейлли, Дэвид Робсон, Лаура Спинни, Кайт Сукул, Хелен Томсон, Соня ван Гилдер Кук, Кирстен Вейр, Кэролайн Уильямс, Клэр Уилсон, Эмма Янг.

ВВЕДЕНИЕ

*Р*аз вы читаете эти строки, значит вы — гордый владелец одного из сложнейших предметов в известной Вселенной — человеческого мозга.

На первый взгляд так и не скажешь: розоватый морщинистый 1,4-килограммовый сгусток, по плотности напоминающий тофу. Внешне он настолько невпечатляющий, что примерно 2500 лет назад считалось, что охлаждать кровь — самое сложное, на что он способен.

Сегодня мы, конечно же, знаем, что мозг — это ценное переплетение 86 млрд нейронов, и с помощью сложно устроенной электрической и химической активности он позволяет нам познавать мир, чувствовать, пробовать и помнить. Именно поэтому наш вид строил цивилизации, создавал великое искусство и долетел до Луны.

Вопрос «Как мозгу удаются такие фокусы?» веками занимал великие умы. Но в последние десятилетия нейрочеловечные получили серьезное подспорье для его изучения — современные инструменты построения изображений мозга, позволяющие наблюдать в режиме реального времени, как узоры электрической активности и потоки крови намекают на происходящие внутри процессы.

По мере того, как новые методы открывают процессы работы мозга, нейробиология постепенно осваивает новые территории и пытается составить его полную «монтажную» схему. Пожалуй, сейчас проходит самое волнующее время в истории науки о мозге.

В этой книге рассказано все, что нужно знать о человеческом мозге. Тут собраны вместе мысли ведущих нейробиологов и лучшие статьи из журнала *New Scientist*, и этот путеводитель познакомит вас с тем, что известно лучшим умам науки. Если вы когда-нибудь интересовались, как мозг чувствует, помнит, как он приходит в сознание и чем занимается, пока мы спим — читайте дальше.

*Кэролайн Уилльямс,
редактор*

1

ЗНАКОМЬТЕСЬ, ЭТО ВАШ МОЗГ

Мозг — самый потрясающий, сложный и, по мнению некоторых, самый уродливый орган нашего тела, но, по сути, это группа нервных клеток, для упрощения связи собранных в одном месте. Иногда мозг состоит из относительно небольшого числа клеток, как у некоторых простых беспозвоночных, а иногда — из миллиардов, как у людей. Мозг позволяет животному приспосабливаться к изменениям окружающей среды гораздо быстрее, чем эволюционные механизмы. Благодаря развитию нейробиологии мы теперь прекрасно разбираемся в базовой архитектуре мозга. Но как развивался мозг человека, и чем он отличается от мозга других животных? Что с философской точки зрения означает быть «всего лишь мозгом»? Начнем путешествие со всеми остановками по вашему серому веществу.

РОЖДЕНИЕ НЕЙРОНАУКИ

Нейронаука зародилась около 2500 лет назад — во времена Гиппократа. В то время многие (даже Аристотель) верили, что разум находится в сердце, но Гиппократ считал, что мысли, ощущения, эмоции и познание исходят от мозга.

Это был гигантский шаг, но чтобы глубже понимать мозг, потребовалось несколько веков его изучения и множество теорий. Была теория, согласно которой в мозге нет плотных тканей, но есть заполненные жидкостью полости, или желудочки. Вероятно, самый известный сторонник этой идеи — врач II века Гален. Он считал, что у человеческого мозга три желудочка, каждый из которых отвечает за одну из умственных способностей: воображение, разум и память. Согласно его теории, мозг управляет телом, перекачивая жидкость по нервам от желудочков к другим органам.

Авторитет Галена был столь велик, что представления о мозге долго находились в его тени, а жидкостные теории доминировали еще в XVII веке. Даже такие светила науки, как французский философ Рене Декарт, сравнивали мозг с гидравлическим механизмом. И все же в таком предположении был серьезный изъян: жидкость перемещается недостаточно быстро, поэтому теория не объясняет скорость наших реакций.

Ситуация изменилась, когда новое поколение анатомов стали изображать строение мозга с большей точностью. Ведущим среди них был английский врач XVII века Томас Уиллис, который утверждал, что ключ к работе мозга — в его плотных тканях, а не в желудочках. Затем, 100 лет спустя, итальянские ученые Луиджи Гальвани и Алессандро Вольта показали, что внешний источник электричества активирует нервы и мышцы. Это был очень важный вывод, благодаря которому появилось предположение, почему человек так быстро реагирует на события. И только в XIX веке немецкий физиолог Эмиль Дюбуа-Реймон подтвердил, что нервы и мышцы сами генерируют электрические импульсы.

Так была подготовлена почва для современной эпохи нейробиологии, начавшейся с работы испанского анатома Сантьяго Рамона-и-Кахаля в начале XX века. Его исследования определили нейроны как структурную единицу мозга. Ученый обнаружил такое разнообразие форм нейронов, какого не наблюдается в клетках других органов. Но самое удивительное — оказалось, что у насекомых нейроны не проще, а иногда сложнее по строению, чем у человека. Следовал вывод, что наши способности зависят от того, как соединяются нейроны, а не от характеристик самих клеток. «Нейросетевой» подход Кахаля стал началом нового способа рассуждений об обработке мозгом информации, он господствует и сегодня.

СМОНТИРОВАН, ЧТОБЫ ДУМАТЬ

В XIX веке, исследуя анатомию нейронов, Сантьяго Рамон-и-Кахаль предположил, что сигнал идет по нейронам

в одном направлении. Тело клетки и его ответвления (**дендриты**) принимают информацию от других клеток. Обработанные данные поступают по длинному нервному волокну нейрона (**аксону**) к **синапсу**, где сообщение передается следующему нейрону (см. рис. 1.1).

Только в 1940–50-х годах было составлено детализированное описание процесса передачи электрических сигналов. Сегодня мы знаем, что информация передается в виде кратких импульсов — **потенциалов действия** — с небольшим напряжением (всего 0,1 вольта) и длительностью в несколько тысячных секунды. Такие импульсы быстро преодолевают огромные расстояния, развивая скорость до 120 м/с.

Путь нервного импульса завершается у синапса, где происходит выброс молекул **нейромедиаторов**, которые передают сигнал через разрыв между нейронами. Оказавшись на другой стороне, молекулы сразу запускают электри-

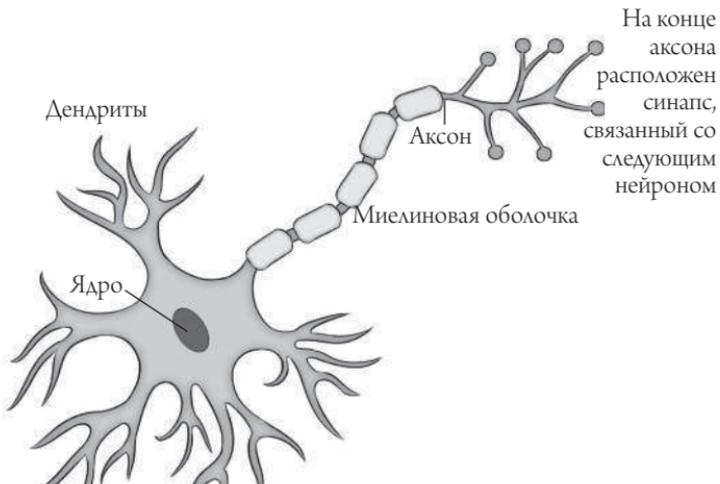


Рис. 1.1. Строение нейрона

ческий сигнал на поверхности принимающего нейрона. И тогда нейрон либо посылает собственный сигнал, либо временно подавляет его, снижая вероятность реакции на другие входящие сигналы. Оба варианта важны для направления потока информации, из которой в конечном счете состоят наши мысли и чувства.

Сложность нейронных сетей поразительна. Наш мозг содержит примерно 86 млрд нейронов, у каждого из них примерно 1000 синапсов. Если пересчитывать их по одному за секунду, не хватит и 30 млн лет.

В отличие от компонентов компьютера, наши нейронные сети гибкие благодаря особому классу нейромедиаторов — **нейромодуляторов**, которые по действию похожи на регуляторы громкости. Они меняют количество других нейромедиаторов в синапсе и степень реакции нейронов на входящие сигналы. Одни изменения отвечают на сиюминутные события, а другие перестраивают мозг надолго — считается, что так формируются воспоминания.

Многие нейромодуляторы действуют только на определенные нейроны, а другие способны проникать сквозь обширные участки тканей мозга и вызывать масштабные изменения. Например, оксид азота — настолько маленькая молекула (10-я из самых маленьких молекул), что легко перемещается от выбросившего ее нейрона. Она воздействует на принимающие нейроны и на количество выпускаемых ими с каждым импульсом нейромедиаторов, провоцируя изменения, необходимые для формирования памяти в гиппокампе.

Под воздействием множества химических передатчиков и модуляторов мозг постоянно меняется, позволяя нам учиться, меняться и адаптироваться к миру вокруг нас.