

# чужой РАЗУМ

Осьминоги, море и глубинные  
истоки сознания



ПИТЕР ГОДФРИ-СМИТ

# Питер Годфри-Смит

## Чужой разум

### Серия «Наука, идеи, ученые»

*Текст предоставлен правообладателем  
[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=51880817](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=51880817)  
Чужой разум: АСТ; Москва; 2020  
ISBN 978-5-17-113538-6*

#### **Аннотация**

Питер Годфри-Смит (р. 1965) – австралийский морской биолог и философ науки, профессор Сиднейского университета. Его бестселлер «Другие умы» произвел настоящую революцию в нашем понимании головоногих моллюсков: по мнению автора, эти животные представляют собой «альтернативный эксперимент эволюции по созданию высокоразвитого интеллекта». Автор, опытный аквалангист, постоянно наблюдающий осьминогов и каракатиц в их естественной среде обитания, убежден, что эти бесконечно далекие от нас организмы демонстрируют выдающиеся когнитивные способности и удивительно высокий уровень психической сложности.

# Содержание

1. Встречи на древе эволюции	6
Две встречи и разлука	6
Основные идеи книги	17
2. История животных	23
Истоки	23
Жизнь в коллективе	33
Нейроны и нервная система	38
Сад	48
Конец ознакомительного фрагмента.	49

# Питер Годфри-Смит

## Чужой разум

© Peter Godfrey-Smith, 2016

© Перевод. М. Елифёрова, 2020

© Издание на русском языке. AST Publishers, 2020

\* \* \*

*Посвящается всем, кто трудится ради спасения океанов*

*Требование непрерывности на протяжении долгой истории науки обнаруживало и обнаруживает свою истинно пророческую силу. Необходимо, следовательно, предпринять искренние усилия и представить все возможные варианты зарождения сознания так, чтобы оно не выглядело словно прорыв в новую вселенную, которой до той поры не существовало.*

*– Уильям Джеймс, «Научные основы психологии», 1890*

*Акт творения в его гавайской версии разделен на несколько сцен... Сначала появляются незатейливые зоофиты и кораллы, за ними – черви и моллюски, причем каждый тип по легенде побеждает и сокрушает своих предшественников – борьба за существование, в которой выживает*

*сильнейший. Параллельно с этой эволюцией животных форм на море и на суше зарождается растительная жизнь: вначале водоросли, за ними морская трава и аир. Типы сменяют друг друга, и скопившаяся слизь от разлагающихся останков поднимает сушу над водами, в которых, словно зритель этого театра, плавает осьминог – одинокий реликт древнего мира.*

*– Роланд Диксон, «Мифы Океании», 1916*

# 1. Встречи на древе эволюции

## Две встречи и разлука

Весенним утром 2009 года Мэтью Лоуренс бросил якорь своей лодочки в случайно выбранном месте посреди голубой океанской бухты у восточного побережья Австралии, а затем прыгнул в воду. Он подплыл с аквалангом к якорю, поднял его и стал ждать. Ветерок наверху подтолкнул лодку, она пустилась в дрейф, а Мэтт, держа якорь, поплыл за ней.

Эта бухта известна поклонникам дайвинга, но аквалангисты обычно посещают лишь пару особенно красивых мест. Поскольку она обширная и чаще всего довольно спокойная, Мэтт, один из местных любителей нырять с аквалангом, за теял программу подводных исследований. Он отпускал пустую лодку дрейфовать на ветру и плавал, держась за нее снизу, пока у него не заканчивался воздух, – тогда он поднимался наверх по якорному канату. Во время одного из таких погружений, проплывая над ровным участком песчаного дна, усеянного морскими гребешками, он заметил нечто необычное. Это была груда пустых раковин гребешков – тысячи раковин, – наваленная вроде бы вокруг одиночного камня. На куче раковин сидело около дюжины осьминогов, каждый в неглубокой ямке. Мэтт нырнул глубже и завис над

ними. Туловище каждого осьминога было размером не больше футбольного мяча. Они сидели, подогнув под себя щупальца. В основном они были серо-коричневыми, но то и дело меняли цвет. У них были большие глаза, напоминающие человеческие, разве что темные зрачки были горизонтальными – словно у кошачьего глаза, положенного набок.

Осьминоги смотрели на Мэтта – и друг на друга. Некоторые начали двигаться. Они выбирались из ямок и неторопливо переползали с места на место по куче раковин. Иногда другие никак не реагировали на это, но порой два осьминога сливались в многорукой схватке. Осьминоги как будто бы не были ни друзьями, ни врагами, но вели какое-то непростое сосуществование. Словно на случай, если эта сцена покажется недостаточно странной, на той же куче раковин преспокойно лежало множество акулят, длиной около шести дюймов, прямо среди осьминогов, которые ползали вокруг них.

Года за два до того я плавал с маской в другой бухте, под Сиднеем. Там много камней и рифов. Я заметил, как под скалой что-то движется – что-то необычайно большое, – и нырнул посмотреть. То, что я увидел, напоминало осьминога, приклеенного к черепахе. У этого существа было плоское тело, крупная голова и восемь щупалец, отходивших прямо от нее. Щупальца были гибкие и покрыты присосками – примерно как у осьминога. Спина оторочена чем-то вроде мягко колышущейся оборки несколько дюймов в ширину. Казалось, что это животное сразу всех цветов одновременно –

красного, серого, сине-зеленого. Узоры проявлялись и исчезали за доли секунды. Цветные пятна перемежались серебристыми прожилками, похожими на сверкающие линии электропередач. Существо парило в нескольких дюймах над морским дном, а затем подплыло ближе взглянуть на меня. Как мне и показалось сверху, оно было *большим* – чуть ли не три фута в длину. Щупальца шарили и извивались, краски вспыхивали и гасли, и само животное плавало взад-вперед.

Это была гигантская каракатица. Каракатицы – родичи осьминогов, но они ближе к кальмарам. Эти три группы – осьминоги, кальмары и каракатицы – входят в класс моллюсков, который называют *головоногими*. Еще один известный отряд головоногих – наутилусы, глубоководные тихоокеанские моллюски в раковине, которые по образу жизни достаточно сильно отличаются от осьминогов и их родичей. У осьминогов, каракатиц и кальмаров есть еще одна общая черта: развитая и сложная нервная система.<sup>1</sup>

Задерживая дыхание, я нырял раз за разом и наблюдал за животным. Скоро я выдохся, но был все еще не в силах оторваться, потому что это создание словно бы интересовалось

---

<sup>1</sup> Среди современных головоногих выделяют еще и отряд вампироморфов, с единственным глубоководным видом *Vampyroteuthis infernalis*, имеющим общие черты как с кальмарами, так и с осьминогами, но обладающим некоторыми уникальными особенностями строения. В то же время кальмары и каракатицы в современной системе головоногих разнесены по нескольким различным отрядам, так что сами по себе они оказываются не таксономическими группами, а жизненными формами головоногих.



мной не меньше, чем оно (он? она?) интересовало меня. Тогда я впервые столкнулся с особенностью этих животных, которая не перестает будоражить мое воображение, — они способны дать нам чувство взаимного *общения*. Они внимательно наблюдают за вами, обычно держась на некотором расстоянии, но при этом чаще всего достаточно близко. Время от времени, когда я подплывал ближе, гигантская каракатица протягивала щупальце, всего на несколько дюймов, и касалась моей руки. Обычно только раз, не больше. У осьминогов тактильное любопытство выражено сильнее. Если вы, сидя перед норой осьминога, протянете к нему руку, он часто вытянет в ответ одно или два щупальца, чтобы сначала ощупать вас, а затем — хотя ему это явно не по силам — попытаться затащить в свое логово. Несомненно, зачастую это просто тщеславная попытка пообедать вами. Однако доказано, что осьминоги проявляют интерес и к тем предметам, несъедобность которых хорошо понимают.

Чтобы разобраться в природе подобных встреч между людьми и головоногими, нам нужно вернуться назад во времени к событию противоположного рода — к разлуке, расставанию. Эта разлука произошла задолго до встреч — примерно за 600 миллионов лет. Она, как и встречи, случилась с существами, плавающими в океане. Никто не знает, как именно выглядели эти существа, но, скорее всего, они походили на небольших плоских червей. Их длина, вероятно, измерялась миллиметрами или едва превышала сантиметр. Может быть,

они плавали, может быть, ползали по дну, а может быть, использовали оба способа передвижения. У них могли быть примитивные глаза или хотя бы светочувствительные пятна по бокам головы. Без этих органов вообще было бы трудно понять, где у них голова, а где хвост. Что у них было, так это нервная система. Возможно, она состояла из нервных сетей, пронизывавших все тело, или в ней уже образовался некий узел – подобие крохотного мозга. Чем питались эти животные, как они жили и размножались, неизвестно. Но у них была одна особенность, которая представляет с эволюционной точки зрения огромный интерес, – особенность, различимая только в обратной перспективе. Эти существа были последними общими предками вас с осьминогом – млекопитающих и головоногих. Под «последними» общими предками подразумеваются *самые поздние*, последние в линии.

История животных имеет вид родословного дерева<sup>2</sup>. Один

---

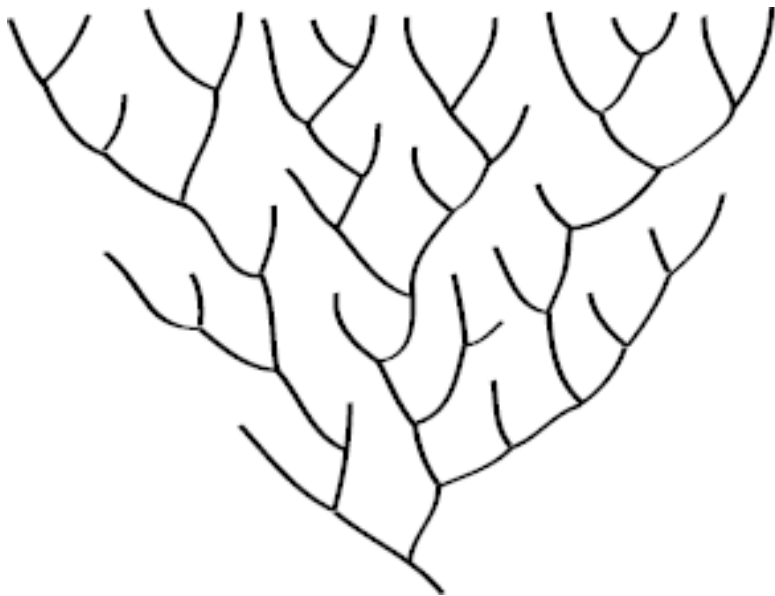
<sup>2</sup> Идею «древа жизни» широко использовал Дарвин в «Происхождении видов». Дарвин был не первым, кто представил древовидную схему отношений между видами, по его собственному признанию. Его новаторство состояло в том, что он придал этому древу историческое, генеалогическое значение. В некотором смысле Дарвин воспринял идею древа более *буквально*, чем его предшественники, как гласит его изящная формулировка в знаменитом отрывке: «Родство всех существ одного класса иногда изображают в форме большого дерева. Я думаю, что это сравнение очень близко к истине» (Дарвин, Чарльз. Происхождение видов путем естественного отбора. Изд. 2-е, доп. / Пер. с англ. К. А. Тимирязева под ред. Я. М. Галла и др. М.: РАН, 2001. С. 117). Об истории «древовидной» модели в биологии см. Robert O'Hara, "Representations of the Natural System in the Nineteenth Century," *Biology and Philosophy* 6 (1991): 255–274. Существуют исключения, не вписывающиеся в древовидную схему, особенно за пределами

«корень» дает многочисленные ветвления по мере движения вперед во времени. Один вид разделяется на два, и каждый из образовавшихся видов делится снова (если не вымрет). Если вид разделился и обе ветви выживают, продолжая делиться, эволюция может привести к появлению двух или более групп видов, каждую из которых мы можем уверенно выделить с помощью привычного нам обозначения – *млекопитающие, птицы*. Огромные различия между современными животными – например, между жуком и слоном – происходят от крошечных, незначительных расхождений подобного рода, которые имели место миллионы лет назад. Случилось расхождение, давшее начало двум новым группам организмов, которые поначалу были похожи друг на друга, но с того момента эволюционировали раздельно.

Представьте себе дерево, которое издали выглядит как перевернутый треугольник, а ветки его кроны довольно неправильно расположены, – примерно такое:

---

царства животных: см. мою книгу *Philosophy of Biology* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2014). Живое и доступное изложение истории животных, где в центре внимания именно древовидная структура, дается в книге Ричарда Докинза «Рассказ предка. Паломничество к истокам жизни» (М.: АСТ, 2015; пер. с англ. С. Долотовской).



Теперь представьте себе, что вы сидите на ветке на вершине дерева и смотрите вниз. Вы находитесь на вершине потому, что живете в наше время (а не потому, что вы совершеннее других), и вас окружают другие организмы, дожившие до наших дней. Вблизи находятся ваши ныне живущие родственники – например, шимпанзе и кошки. Дальше за ними, если бросить взгляд горизонтально через верхние ветви дерева, вы увидите животных, которые состоят в более далеком родстве. Полное эволюционное древо включает также растения, бактерии и простейших, но пока ограничимся жи-

вотными. Если взглянуть вниз, в сторону корней, вы увидите своих предков – и недавних, и более отдаленных. Для любой пары современных животных<sup>3</sup> – человека и птицы, человека и рыбы, рыбы и птицы – можно проследить две родословные линии вниз по дереву до того места, где они сходятся в *общем предке* обеих. Этого общего предка иногда можно отыскать, спустившись лишь на несколько шагов вниз по дереву, а иногда он оказывается гораздо дальше. Для человека и шимпанзе общий предок находится довольно скоро – он жил около шести миллионов лет назад. Для пар животных, непохожих друг на друга – например, человека и жука, – за предком приходится спускаться гораздо глубже.

Сидя на древе и разглядывая своих близких и дальних родственников, подумайте теперь об одной особенной категории животных – о тех, кого мы считаем «умными», обладателях большого мозга, сложного и гибкого поведения. Наряду с человеком вы наверняка вспомните шимпанзе и дельфинов, кошек и собак. Все эти животные располагаются на древе довольно близко к вам. С эволюционной точки зрения они достаточно близкие родственники. Для точности не стоит забывать и птиц. Одно из важнейших достижений зоопсихологии в последние десятилетия – демонстрация интеллектуальных способностей ворон и попугаев. Они не млекопитающие, однако они позвоночные и, следовательно, не так уж

---

<sup>3</sup> Здесь автор явственно отделяет простейших от животных, что вполне соответствует нынешним представлениям о систематике высших групп организмов.

далеки от нас, хотя и существенно дальше, чем шимпанзе. Объединив всех этих птиц и млекопитающих, можно задать-ся вопросом: как выглядел их последний общий предок и когда он жил? Если проследить их родословные линии вниз по древу до того места, где они все сольются, кого мы там обнаружим?

Ответ будет: животное наподобие ящерицы. Оно жило около 320 миллионов лет назад, незадолго до начала эры динозавров. Это животное было позвоночным, достаточно крупным и приспособленным к жизни на суше. Его строение было похожим на наше – у него были четыре конечности, голова, скелет внутри. Оно бегало, воспринимало мир с помощью чувств, сходных с нашими, и у него была хорошо развитая центральная нервная система.

Теперь поищем предка, общего для всей этой группы животных, включая и нас, с осьминогом. Чтобы найти его, по древу придется спуститься гораздо ниже. Он жил 600 миллионов лет назад – тот самый плоский червячок, которого я описал чуть раньше.

Это путешествие в прошлое вдвое длиннее, чем то, которое мы проделали в поисках общего предка птиц и млекопитающих. Предок человека и осьминога жил в ту пору, когда еще ни один организм не освоил сушу, а самыми крупными животными в его мире, вероятно, были губки и медузы (помимо кое-каких диковинок, о которых я еще расскажу в следующей главе).

Представим, что мы нашли это животное и наблюдаем разлуку – эволюционное расхождение в процессе. Мы видим, как в мутном океане, на дне или в толще воды, множество этих червячков живет, умирает и размножается. Неизвестно почему некоторые из них обособляются от других, и вследствие накопления случайных изменений меняется их образ жизни. Со временем строение тела их потомков становится разным. Две группы дробятся снова и снова, и вскоре перед нами уже не два набора червячков, а две огромные ветви эволюционного дерева.

Одна дорога от этой подводной развилки ведет к нашей ветви дерева – к позвоночным в числе прочих, а из позвоночных выделяются млекопитающие и в конце концов люди. Другой путь ведет к великому разнообразию беспозвоночных, среди которых крабы, пчелы и их родичи, многие типы червей, а также моллюски – группа, в которую входят и съедобные ракушки, устрицы и улитки. В эту ветвь входят не все животные, которых обычно называют беспозвоночными<sup>4</sup>, но она включает многих наших знакомцев – пауков, многоножек, морских гребешков и бабочек.

Большинство животных в этой ветви маленькие, хотя есть и исключения, и их нервные системы тоже невелики. Некото-

---

<sup>4</sup> Этот термин некоторые биологи считают неподходящим, поскольку он охватывает не определенную ветвь дерева, а организмы нескольких ветвей. В этой книге я использую термины, которые одобряются не всеми биологами, поскольку не отражают отдельных ветвей дерева, например *прокариоты* и *рыбы*. Я считаю, что они нередко все еще полезны.

рые виды насекомых и пауков демонстрируют очень сложное поведение, особенно социальное, но нервные системы у них все-таки маленькие. Так обстоит дело во всей ветви – за исключением головоногих. Они составляют подгруппу среди моллюсков, так что они родственники двустворок и улиток, но у них в ходе эволюции появились развитая нервная система и способности к поведению, совсем нетипичному для беспозвоночных. И они пришли к этому эволюционным путем, совершенно независимым от нашего.

Головоногие – островок психической сложности в море беспозвоночных. Поскольку наш последний общий предок был очень примитивен и жил очень давно, головоногие представляют собой *независимый* эволюционный эксперимент по созданию крупного мозга и сложного поведения. Если мы способны установить *контакт* с головоногими как с мыслящими существами, это возможно не благодаря общей истории, не благодаря родству, а потому, что эволюция создавала мышление дважды. Это, вероятно, ближайшая аналогия встречи с инопланетным разумом.



# Основные идеи книги

Одну из классических проблем моей научной дисциплины – философии – составляет отношение между материей и сознанием. Как восприятие, ум и сознание согласуются с законами физического мира? Я собираюсь рассмотреть этот вопрос – хотя он, конечно, необозрим – в данной книге. Я подхожу к этой проблеме с эволюционной точки зрения; я хочу понять, как сознание родилось из сырого материала жизни. Миллиарды лет назад животные были лишь одним из множества неупорядоченных скоплений клеток, которые образовывали колонии в океане. Однако с тех пор некоторые из них избрали особый образ жизни. Они пошли по пути подвижности и активности, отращивая глаза, усики и конечности, чтобы передвигать предметы вокруг себя. Так возникли копошение червей, жужжание комаров и странствия китов в мировом океане. В ходе этого процесса, на какой-то неизвестной нам стадии, началась эволюция *субъективного опыта*. У некоторых животных есть что-то, что позволяет им *чувствовать себя* собой. У них есть та или иная форма самосознания, благодаря которой они переживают опыт происходящего.

Мне интересна эволюция всех видов опыта, но головным в этой книге уделяется особое внимание – в первую очередь потому, что они удивительные существа. Если бы

они умели говорить, они бы многое нам поведали. Впрочем, это не единственная причина, по которой они кишмя кишат на страницах этой книги. Эти животные определили мой подход к философской проблематике – наблюдение за ними в море и стремление понять, чем они заняты, стало для меня важным шагом на этой стезе. Задаваясь вопросами о том, как думают животные, слишком легко поддаться влиянию собственного опыта. Пытаясь представить себе жизнь и опыт низших животных, мы часто воображаем уменьшенную версию самих себя. Головоногие заставляют нас соприкоснуться с чем-то совсем иным. Как выглядит мир с их точки зрения? Глаз осьминога похож на наш. Он устроен подобно камере с подвижной линзой, которая фокусирует изображение на сетчатке. Но хотя наши глаза и похожи, устройство связанного с ними мозга отличается у нас и у осьминога практически на всех уровнях. Если мы хотим понять<sup>5</sup> *чужое* мышление, то мышление головоногих – самое чужое из имеющихся.

Философия – одна из самых бестелесных сфер деятельности. Она – по крайней мере потенциально – чисто умственное занятие. Она обходится без оборудования, которое нужно обслуживать, без территорий и исследовательских станций. В этом нет ничего ненормального – так же дело обстоит с математикой и поэзией. Однако в моем проекте телесная сторона играет важную роль. О головоногих я задумал-

---

<sup>5</sup> Аккомодация глаза у головоногих происходит не за счет изменения кривизны хрусталика, а путем его приближения и удаления от сетчатки.

ся случайно, встретившись с ними во время купания. Я стал наблюдать за ними и в конце концов размышлять об их жизни. На мое исследование достаточно сильно повлияли само их физическое присутствие и их непредсказуемость. На него влияли также многочисленные практические вопросы подводного плавания – требования к экипировке и давление дыхательной смеси и воды, пониженная гравитация в синем-зеленом освещении. Усилия, которые необходимы человеку, чтобы справиться со всеми этими вещами, помогают понять разницу между наземным и водным образом жизни, а ведь именно в море зародилось мышление или по крайней мере его слабые начатки.

В начале книги я поместил эпиграф из работы философа и психолога Уильяма Джеймса, написанной в конце девятнадцатого века<sup>6</sup>. Джеймс стремился понять, как во вселенной появилось сознание. Его подход к этому вопросу был эволюционным – в широком смысле слова, который подразумевает не только биологическую эволюцию, но и эволюцию Космоса в целом. Он полагал, что необходима теория, основанная

---

<sup>6</sup> Первый эпиграф взят из книги Уильяма Джеймса «Научные основы психологии» (William James, *Principles of Psychology*, vol. I. New York: Henry Holt, 1890, 148; из русского перевода книги Джеймса 1902 г. под ред. Л. Е. Оболенского это место было выпущено. – *Примеч. пер.*). Джеймс в поздние годы своей деятельности склонялся к довольно радикальным методам достижения упомянутой «непрерывности» между психическим и материальным – более радикальным, чем представленные в этой книге. См. его статью “A World of Pure Experience,” *The Journal of Philosophy, Psychology and Scientific Methods*, 1, no. 20–21 (1904): 533–543, 561–570.

на непрерывности и объяснимых переходах – без внезапных зарождений или скачков.

Как и Джеймс, я хочу понять отношения между сознанием и материей, и я исхожу из посылки, что история, которая нужна, чтобы их описать, – история постепенного развития. Тут некоторые читатели могут сказать, что общий план этого сюжета уже известен: мозг эволюционирует, количество нейронов возрастает, некоторые животные становятся умнее прочих, вот и все. Однако сказать так – значит отказаться от размышлений над некоторыми весьма непростыми вопросами. Какова была самая древняя и примитивная стадия, на которой у животных появились те или иные субъективные ощущения? Какие животные первыми *почувствовали* травму, например стали испытывать боль? Есть ли у головоногого с крупным мозгом какое-то ощущение того, что значит *быть* осьминогом, или они всего лишь биохимические машины, у которых все темно внутри?<sup>7</sup> У мира есть две стороны, которые должны быть как-то связаны между собой, но наш современный уровень понимания не позволяет их увязать как следует. Одна – то, что существуют ощущения и другие психические явления, переживаемые субъек-

---

<sup>7</sup> Выражение «Все темно внутри» взято из книги Дэвида Чалмерса «Сознающий ум: В поисках фундаментальной теории» (М.: URSS, 2013; пер. с англ. В. В. Васильева). Разумеется, внутри мозга все темно – если на нем не проводится хирургическая операция. Для животного, которому принадлежит этот мозг, мир необязательно темен, но животное воспринимает свет, глядя *вовне*. Во многих отношениях эта метафора неверна, но определенный смысл в ней есть.

ектом; другая – мир биологии, химии и физики.

Я не обещаю полного разрешения этих проблем в своей книге, но к их решению возможно приблизиться, описав эволюцию чувств, строения тела и поведения. Где-то на этой линии располагается эволюция мышления. Потому эта книга – о философии, а не только о животных и их эволюции. Философский труд необязательно означает нечто элитарное и заумное. Заниматься философией означает в первую очередь пытаться *установить связи между вещами*, складывать кусочки огромной головоломки так, чтобы получилось хоть какое-то изображение. Хорошая философия не исходит из готовой доктрины – она использует ту информацию и те инструменты, которые находит полезными. Я надеюсь, что по ходу книги швы в тех местах, где моя мысль переходит к философии или покидает ее, будут не слишком заметны.

Цель книги, таким образом, описать мышление и его эволюцию, причем достаточно широко и глубоко. *Ширина* подразумевает обзор разнообразных типов животных. *Глубина* – это глубина во времени, поскольку книга охватывает протяженные эпохи и смены периодов в истории жизни на Земле.

Антрополог Роланд Диксон приписывал гавайцам эволюционный миф, который я привожу во втором эпиграфе:

Сначала появляются незатейливые зоофиты и кораллы, за ними – черви и моллюски, причем каждый тип по легенде побеждает и сокращает своих

Череда побед, которую описывает Диксон, не отражает реального хода эволюции, а осьминог вовсе не «одиноким реликт древнего мира». Но осьминог имеет особое отношение к истории мышления. Он не реликт, но второе воплощение того, что уже было явлено. Осьминог – не Измаил из «Моби Дика», не единственный выживший, который может рассказать, как все было на самом деле, а отдаленный родич, потомок другой линии, который, соответственно, расскажет совсем другую историю.

---

<sup>8</sup> Цит. по: Roland Dixon, *Oceanic Mythology*, vol. 9 of *The Mythology of All Races*, ed. Louis Herbert Gray (Boston: Marshall Jones, 1916), 15. Приношу благодарность Чайне Мьевиллю, автору романа «Кракен», посвященного теме головоногих (М.: Эксмо, 2012; пер. с англ. Г. Яропольского), за то, что он познакомил меня с Диксоном и этим сюжетом.

## 2. История животных

### Истоки

Земле около 4,5 миллиарда лет, а жизнь как таковая возникла, вероятно, примерно 3,8 миллиарда лет назад<sup>9</sup>. Животные появились намного позже – может быть, миллиард лет назад, но, скорее всего, в более поздние времена. Следовательно, на протяжении большей части истории нашей планеты жизнь была, а животных не было. Долгое время наш мир был миром одноклеточных организмов в океане. И поныне немалая доля жизни существует именно в этой форме.

---

<sup>9</sup> Если говорить точнее, Земля *начала* формироваться 4,567 миллиарда лет назад. О происхождении и древнейшей истории жизни см.: John Maynard Smith and Eörs Szathmáry, *The Origins of Life: From the Birth of Life to the Origin of Language* (Oxford and New York: Oxford University Press, 1999). Более специальное изложение современных идей см. в статье: Eugene Koonin and William Martin, “On the Origin of Genomes and Cells Within Inorganic Compartments,” *Trends in Genetics*, 21, no. 12 (2005): 647–654. Современные теории происхождения жизни, по-видимому, уделяют основное внимание гипотезе происхождения жизни непосредственно из океана, возможно из глубоководной среды, хотя есть и работы, рассматривающие как альтернативу мелководные водоемы наподобие луж. Время, когда, по общему мнению, жизнь уже определенно существовала, – 3,49 миллиарда лет назад, следовательно, возникла она раньше. Первая жизнь необязательно была клеточной, но клетки тоже, как считается, имеют очень древнее происхождение.

Если попытаться представить себе эту картину долгой эры мира без животных, можно поначалу вообразить одноклеточные организмы одиночками – бесчисленным множеством крохотных островков, которые только дрейфовали, питались (каким-то образом) и делились надвое. Но на самом деле одноклеточная жизнь устроена – и, вероятно, была устроена уже тогда – далеко не так просто. Многие из подобных организмов живут совместно с другими – иногда это всего лишь отношения мирного сосуществования, иногда настоящее сотрудничество. Среди древних союзов одноклеточных, видимо, были и настолько тесные, что образ жизни в них был уже не совсем «одноклеточным», однако их устройству было еще далеко до уровня организации наших тел – тел животных<sup>10</sup>.

Воображая себе этот мир, мы можем подумать, что раз в нем нет животных, то нет и поведения, и восприятия внешнего мира. И снова это не так. Одноклеточные умеют чувствовать и реагировать на стимулы<sup>11</sup>. Как правило, то, что они делают, можно назвать поведением лишь в самом общем смысле, но все же они способны контролировать свои движения и «решать», какие вещества вырабатывать, сори-

---

<sup>10</sup> См. Bettina Schirmer et al., “The Origin of Multicellularity in Cyanobacteria,” *BMC Evolutionary Biology*, 11 (2011): 45.

<sup>11</sup> См. Howard Berg, “Marvels of Bacterial Behavior,” in *Proceedings of the American Philosophical Society*, 150, no. 3 (2006): 428–442; Pamela Lyon, “The Cognitive Cell: Bacterial Behavior Reconsidered,” *Frontiers in Microbiology*, 6 (2015): 264; Jeffry Stock and Sherry Zhang, “The Biochemistry of Memory,” *Current Biology*, 23, no. 17 (2013): R741–745.



ентировавшись в обстановке вокруг себя. Любому организму для решения этой задачи нужно, чтобы у него имелась восприимчивая часть, способная видеть, чують или слышать, и деятельная, способная предпринять нечто полезное. Между этими частями в организме также должна быть какая-то связь, мостик.

Одной из наиболее хорошо изученных систем подобного рода обладает хорошо знакомая нам кишечная палочка, *E. coli*<sup>12</sup>, бактерия, весьма распространенная как вокруг нас, так и внутри нас. Кишечная палочка различает нечто вроде вкуса или запаха; она может определять, полезные или вредные вещества находятся рядом, и реагировать, приближаясь к скоплениям одних веществ и удаляясь от других. На поверхности кишечной палочки имеется набор сенсоров – групп молекул, прикрепленных к наружной мембране клетки. Это «входной» элемент системы. «Выходной» состоит из жгутиков – длинных нитей, с помощью которых клетка плавает. У отдельно взятой кишечной палочки два основных способа передвижения: она умеет мчаться и перекашиваться. Когда она мчится, то движется по прямой, а когда перекашивается, то, естественно, меняет направление случайным образом. Клетка постоянно чередует виды движения, но если она почует, что концентрация пищи выросла, то перекашивается реже.

Бактерии настолько малы, что сенсоры сами по себе не

---

<sup>12</sup> Сокращенная запись названия *Escherichia coli*.

могут подсказать им, в каком направлении от них находится полезное или вредное вещество. Чтобы решить эту проблему, бактерия одолевает пространство с помощью времени. Клетку не интересует, сколько вещества рядом с ней в каждый конкретный момент, — ее интересует, повышается его концентрация или понижается. Ведь если клетка будет плыть по прямой просто в ответ на высокую концентрацию нужного ей вещества, она может и уплыть от своего химического рая, вместо того чтобы попасть в него, — все зависит от направления движения. Бактерия решает эту проблему остроумным способом: когда она определяет условия среды, один механизм фиксирует, каковы они в данный момент, а другой «вспоминает», какими они были недавно. Бактерия поплывет по прямой, если почувствует, что химический состав окружающей среды более благоприятен, чем тот, который был мгновение назад. Если этого не происходит, выгоднее сменить направление.

Бактерии — лишь один из нескольких вариантов одноклеточной жизни, и они во многих отношениях проще, чем те клетки, из которых впоследствии получились животные. Это были уже эукариотические клетки, они крупнее, и у них сложное внутреннее строение<sup>13</sup>. Возникли они около 1,5

---

<sup>13</sup> Об эволюции этих сложных клеток и о роли, которую в ней сыграло поглощение одной клетки другой, см. John Archibald, *One Plus One Equals One: Symbiosis and the Evolution of Complex Life* (Oxford and New York: Oxford University Press, 2014). Поглотитель был «похож на бактерию» (как я выразился в тексте) только в обиходном смысле. Это, скорее всего, была древняя архея.

миллиарда лет назад в результате процесса, который начался с того, что одна маленькая, похожая на бактерию клетка поглотила другую. У одноклеточных эукариот часто более развиты способности ощущать вкус и передвигаться, а кроме того, они вплотную подошли к новому рубежу, на котором появляется особенно важное чувство – зрение.

Для живых существ свет играет двоякую роль<sup>14</sup>. Для многих это жизненно важный ресурс – источник энергии. Но он может быть и источником информации, сообщаящим об окружающем мире. Второй способ использования привычен нам, но его не так просто освоить микроорганизму. В основном одноклеточные используют свет для получения энергии: как и растения, они принимают солнечные ванны. Различные бактерии могут воспринимать свет и реагировать на его присутствие. Таким маленьким организмам трудно определить направление, откуда он идет, не говоря уже о том, чтобы получить изображение, но ряд одноклеточных эукариот, а возможно, и некоторые особые бактерии, имеют зачатки зрения. У эукариот есть «глазки», светочувствительные пятна, связанные с чем-то, что затеняет или фокусирует воспри-

---

<sup>14</sup> Общий обзор по теме см. в статье Gáspár Jékely, “Evolution of Phototaxis,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364 (2009): 2795–2808. В 2016 г. вышло примечательное исследование, описывающее цианобактерию, которая, возможно, умеет фокусировать изображение, используя всю свою клетку как «микроскопическое глазное яблоко» и создавая изображение на внутренней стороне клетки, противоположной источнику света. См. Nils Schuergers et al., “Cyanobacteria Use Micro-Optics to Sense Light Direction,” *eLife*, 5 (2016): e12620.

нимаемый свет, делая его более информативным. Одни эукариоты ищут свет, другие избегают его, третьи делают то и другое попеременно: стремятся на свет, когда им нужно пополнить запасы энергии, и избегают его, когда энергии достаточно. Некоторые стремятся на свет, когда он не слишком яркий, и избегают его, когда интенсивность излучения становится опасной. Во всех этих случаях есть система управления, связывающая глазок с механизмом, благодаря которому клетка передвигается.

У этих крохотных организмов чувства служат в основном для того, чтобы разыскивать пищу и избегать ядов. Однако уже самые первые исследования *E. coli* создавали впечатление, что этим дело не ограничивается. Бактерий привлекали также вещества, несъедобные для них<sup>15</sup>. Биологи, работающие с этими организмами, все больше склоняются к мысли, что чувства бактерий настроены на присутствие и деятельность других клеток вокруг них, а не просто на приток съедобных или несъедобных веществ. Рецепторы на поверхности бактериальных клеток чувствительны к множеству факторов, в том числе к веществам, которые выделяют сами бактерии по разнообразным причинам – иногда просто в ходе обычной жизнедеятельности. На первый взгляд, не бог весть что, но это приоткрывает важную дверку. Если одни и те же вещества производятся и воспринимаются, то появляется

---

<sup>15</sup> См. Melinda Baker, Peter Wolanin, and Jeffry Stock, "Signal Transduction in Bacterial Chemotaxis," *BioEssays*, 28 (2005): 9–22.

возможность координации между клетками. Мы добрались до истоков социального поведения.

Примером может быть *чувство кворума*<sup>16</sup>. Если какое-то вещество производится и воспринимается определенным видом бактерий, они могут использовать это вещество, чтобы оценить численность своих сородичей вокруг. Таким образом они могут решить, достаточно ли поблизости других бактерий, чтобы стоило выделять вещество, которое выполняет свою функцию лишь тогда, когда множество клеток производит его одновременно.

Один из первых открытых примеров чувства кворума связан – что весьма к месту в этой книге – с морем и головоногими. Бактерии, живущие в организме гавайского кальмара, благодаря химической реакции умеют светиться, но только если вокруг них достаточно сородичей, которые могут присоединиться к ним. Бактерии управляют свечением, определяя локальную концентрацию молекул вещества-«запала», которое производят они сами и которое сообщает каждой отдельно взятой бактерии, сколько поблизости потенциальных осветителей. Бактерии не просто «зажигаются», но также следуют правилу: чем больше этого вещества бактерия *чувствует* вокруг, тем больше она его *производит*.

Когда свечение достигает достаточной интенсивности, кальмар, дающий убежище бактериям, получает выгоду –

---

<sup>16</sup> См. Spencer Nyholm and Margaret McFall-Ngai, “The Winnowing: Establishing the Squid-Vibrio Symbiosis,” *Nature Reviews Microbiology*, 2 (2004): 632–642.

маскировку. Кальмары охотятся ночью, и при обычных условиях в лунном свете они бы отбрасывали вниз тень, заметную для хищников. Их собственное свечение нейтрализует эту тень. Бактерии же, вероятно, получают взамен от кальмара гостеприимный кров.

Водную стихию необходимо принимать во внимание, размышляя о ранних стадиях в истории жизни, – хотя пока мы находимся на линии эволюционного сюжета в той точке, откуда еще не разглядеть никакого кальмара<sup>17</sup>. Химия жизни – это водная химия. Мы можем существовать на суше, только нося с собой очень много соленой воды. И многие эволюционные повороты на этих ранних стадиях – рождение чувств, поведения и координации – должны были зависеть от свободной циркуляции веществ в море.

Пока что клетки, с которыми мы имеем дело, восприимчивы к условиям внешней среды. У некоторых также выработалась особая восприимчивость к *другим организмам*, включая сородичей. Среди них есть клетки, проявляющие восприимчивость к веществам, которые другие организмы производят *специально для того, чтобы их ощущали*, в отличие от обычных побочных продуктов. Эта последняя категория веществ – тех, которые производятся именно потому, что другие чувствуют их и реагируют на них, – подводит нас к порогу, с которого начинаются передача сигнала

---

<sup>17</sup> Дальнейшее обсуждение этой темы см. в моей статье “Mind, Matter, and Metabolism,” *Journal of Philosophy*, 113, no. 10 (2016): 481–506.

и коммуникация.

Перед нами, однако, не один порог, а целых два<sup>18</sup>. Мы рассмотрели, как отдельные особи могут воспринимать окружающую среду и общаться с другими в мире водной одноклеточной жизни. Но далее нужно рассмотреть переход от одноклеточной жизни к многоклеточной. В процессе этого перехода коммуникация и восприимчивость, которые связывали одну особь с другими, становятся основой для новых видов взаимодействия, которые происходят *внутри* организма нарождающихся новых форм жизни<sup>19</sup>. Из взаимной восприимчивости и коммуникации между организмами рождается восприимчивость и коммуникация в пределах одного организма. Средства, служившие клетке для восприятия внеш-

---

<sup>18</sup> См. вдумчивое и подробное описание этих видов отношений в книге: John Tyler Bonner, *First Signals: The Evolution of Multicellular Development* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2000). Эта книга оказала большое влияние на мои соображения об эволюции поведения и многоклеточной жизни.

<sup>19</sup> Дж. Б. С. Холдейн, один из ведущих эволюционистов старшего поколения, заметил в 1954 г., что многие гормоны и нейромедиаторы – вещества, используемые для контроля и координации событий внутри нашего организма, – действуют на примитивные морские организмы, попадая в их среду. Вещества, которые мы используем в качестве внутренних сигналов, простейшие организмы воспринимают как внешние сигналы или подсказки. Холдейн предположил, что нейромедиаторы и гормоны происходят от химических сигналов, которыми обменивались какие-то из наших одноклеточных предков. См.: Haldane, “La Signalisation Animale,” *Année Biologique*, 58 (1954): 89–98. В этом тексте я не обсуждаю гормональные системы, влияющие на действия в реальном времени наряду с нервной системой. Они представляют собой еще один интересный случай внутреннего обмена сигналами.

ней среды, становятся средством узнавать, что происходит с другими клетками того же организма и что они «говорят». Окружающая «среда» клетки состоит главным образом из других клеток, и жизнеспособность нового, выросшего в раз-  
мерах организма будет зависеть от координации между его частями.



# Жизнь в коллективе

Все животные многоклеточны; мы состоим из множества слаженно действующих клеток<sup>20</sup>. Эволюция животных началась, когда некоторые клетки подавили свою индивидуальность, став частями крупных совместных предприятий. Переход к многоклеточным формам жизни происходил неоднократно: один раз он привел к животным, один раз – к зеленым растениям, в других случаях – к грибам, различным водорослям и более скромным организмам. Вероятнее всего, возникновение животных выглядело не как встреча одиноких клеток, подплывших друг к другу. Скорее животные происходят от клетки, при делении которой дочерние клетки не разошлись до конца. Обычно, когда одноклеточный организм делится, дочерние клетки обретают независимость, но не всегда. Представьте себе шарик из клеток, который образуется, если клетка делится и потомство остается вме-

---

<sup>20</sup> См. классическую работу: John Maynard Smith and Eörs Szathmáry, *The Major Transitions in Evolution* (Oxford and New York: Oxford University Press, 1995) – и дальнейшее развитие этой темы в сборнике: Brett Calcott and Kim Sterelny, eds. *The Major Transitions in Evolution Revisited* (Cambridge, MA: MIT Press, 2011). О неоднократных переходах к многоклеточности, наблюдаемых в различных группах организмов, см.: Richard Grosberg and Richard Strathman, “The Evolution of Multicellularity: A Minor Major Transition?” *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 38 (2007): 621–654. Даже у прокариот появились многоклеточные формы. Переходы к многоклеточности рассматриваются также в моей книге *Darwinian Populations and Natural Selection* (Oxford University Press, 2009).

сте, – и процесс повторяется несколько раз. Клетки в этом комке, который плавал в толще воды, могли питаться бактериями. Следующие страницы истории неясны – выдвигаются как минимум два конкурирующих сценария, основанных на разных видах данных<sup>21</sup>. По одному сценарию, которого, по-видимому, придерживается большинство ученых, некоторые из клеточных шариков оставили пелагический (плавающий) образ жизни и переселились на морское дно. Там они стали питаться, фильтруя воду сквозь каналы в своих телах, – так появились губки.

Губка? Казалось бы, трудно выбрать более неподходящего предка: губки ведь даже не двигаются<sup>22</sup>. С виду они пред-

---

<sup>21</sup> На момент, когда пишется эта книга, бушуют споры. Хороший пример точки зрения «большинства», о котором я упоминаю в тексте, – статья Клауса Нильсена «Шесть основных ступеней эволюции животных: происходим ли мы от личинок губки?» (Claus Nielsen, “Six Major Steps in Animal Evolution: Are We Derived Sponge Larvae?” *Evolution and Development*, 10, no. 2 (2008): 241–257). Это мнение оспаривается в статьях, на основании генетических данных доказывающих, что гребневики отделились от эволюционного ствола других животных раньше губок. См. в первую очередь статью Джозефа Райана (и его 16 соавторов): Joseph Ryan et al., “The Genome of the Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* and Its Implications for Cell Type Evolution,” *Science*, 342 (2013): 1242592.

<sup>22</sup> То, что губки (или гребневики) являются нашими отдаленными родичами, вовсе не значит, что наш предок был похож на губку (или гребневика). Современная губка – продукт такой же длительной эволюции, как и мы сами. С чего бы предку больше походить на нее, чем на нас? Но на сцену выходят другие факторы. Если рассматривать эволюцию *среди* самих губок, там присутствуют древние эволюционные расхождения, которые в каждой линии приводят к организму, похожему на губку. Возможно также, что губки – *парафилетическая* группа, то есть не происходят все от одного общего предка, отделившегося от других животных.

ставляют собой моментальный тупик. Однако неподвижна лишь взрослая губка. Детеныши – то есть личинки – совсем другое дело. Они нередко плавают и ищут место, чтобы прикрепиться и стать взрослой губкой. У личинок губки нет мозга, но есть сенсоры, способные чутя окружающий мир. Возможно, некоторые из этих личинок *остались* в свободном плавании, вместо того чтобы закрепиться. Они сохраняли подвижность, достигали полового созревания, продолжая плавать в водной толще, и породили новый тип организмов. Они стали матерями всех остальных животных, в то время как их родственницы остались прикрепленными к морскому дну.

Сценарий, который я только что изложил, основан на мнении, что губки – наши самые отдаленные родичи среди современных животных. *Отдаленные* не значит *древние* – современные губки прошли столь же длительную эволюцию, как и мы. Но по ряду причин считается, что если губки ответвились от эволюционного древа очень рано, то они могут дать сведения о том, какими были древнейшие животные. Впрочем, новейшие исследования предполагают, что губки могут и не быть самыми дальними нашими родственниками – на самом деле эта честь может принадлежать *гребневи-кам*.

---

Если это так, то это подкрепляет (хотя, безусловно, и не доказывает) теорию, что нашим предком был кто-то наподобие губки, поскольку с тех давних пор не одна эволюционная линия породила форму губки среди современных животных.

Гребневик (*Stenophora*) похож на очень хрупкую медузу. Это почти прозрачный шарик с цветными лентами из тонких, как волос, ресничек вдоль всего тела. Гребневики часто считали родственниками медуз, но внешнее сходство бывает обманчиво: они, возможно, отделились от линии, ведущей к остальным животным, еще раньше, чем губки. Если это правда, это не значит, что наш предок выглядел как современный гребневик. Но «гребневиковый» сценарий дает другую картину ранних стадий эволюции. В начале ее тоже комок из клеток, но затем можно представить себе, как комок складывается в пленчатый шарик и выполняет простые движения, плавая в толще воды. Тогда эволюция животных начинается отсюда – от парящего призрачного прародителя, а не от извивающейся личинки губки, которая отказалась от сидячего образа жизни.

С появлением многоклеточных организмов клетки, которые были раньше самостоятельными организмами, начинают функционировать как составные части более крупных элементов. Для того чтобы новый организм стал чем-то посложнее, чем комок склеенных вместе клеток, нужна координация. Выше я описал чувства и действия, наблюдаемые у одноклеточных. У многоклеточных системы, отвечающие за восприятие и поведение, усложняются. Более того, само *существование* этих новых объектов – животных организмов – зависит от данных способностей воспринимать и действовать. Восприимчивость и коммуникация между организма-

ми дают начало восприимчивости и коммуникации в организме. «Поведенческие» возможности клеток, когда-то живших в качестве отдельных организмов, закладывают основу для слаженной работы нового, многоклеточного организма<sup>23</sup>.

У животных эта скоординированность имеет несколько аспектов. Один из них присущ также и другим многоклеточным, например растениям, – взаимодействие между клетками, *составляющее* организм, то, благодаря чему он существует. Другой действует в более быстром темпе и составляет характерную особенность животных. У большинства животных, за немногими исключениями, химические взаимодействия между некоторыми клетками составляют основу *нервной системы*, простой или сложной. А у некоторых из них масса подобных клеток, объединившихся вместе, вспыхивает электрохимической грозой сигналов, изменивших свои функции, – и становится мозгом.

---

<sup>23</sup> Подробно о скрытых формах поведения губок см. работы Салли Лейз: Sally Leys and Robert Meech, “Physiology of Coordination in Sponges,” *Canadian Journal of Zoology*, 84, no. 2 (2006): 288–306; Leys, “Elements of a ‘Nervous System’ in Sponges,” *Journal of Experimental Biology*, 218 (2015): 581–591; Leys et al., “Spectral Sensitivity in a Sponge Larva,” *Journal of Comparative Physiology A*, 188 (2002): 199–202; а также Onur Sakarya et al., “A Post-Synaptic Scaffold at the Origin of the Animal Kingdom,” *PLoS ONE*, 2, no. 6 (2007): e506.

# Нейроны и нервная система

Нервная система состоит из множества элементов, но важнейшие из них – это клетки необычной формы, которые называются *нейронами*. Их длинные отростки и сложные разветвления образуют лабиринт в наших головах и других частях тела.

Активность нейронов зависит от двух факторов. Первый – их электрическая возбудимость, проявляющаяся в первую очередь как *нервный импульс*, электрический спазм, проходящий через клетку в ходе цепной реакции. Второй – химическая чувствительность и обмен сигналами. Нейрон выпускает микроскопические брызги того или иного вещества в синаптическую щель между собой и соседним нейроном. Эти вещества распознаются другим нейроном и помогают запустить (или подавить) в нем нервный импульс, который называют также потенциалом действия. Подобное химическое взаимодействие – наследие древней системы коммуникации между организмами, «загнанное» внутрь. Потенциал действия имелся и у древних клеток до появления животных, и в наши дни существует не только у животных. Вообще-то впервые он был измерен у растения – венериной мухоловки, с которой работал Чарльз Дарвин в XIX веке. Даже у некоторых одноклеточных есть потенциал действия.

Нервная система позволяет не просто обмениваться сиг-

налами между клетками – это и так обычное явление, – она обеспечивает особые виды коммуникации<sup>24</sup>. Во-первых, нервная система работает *быстро*. Темп жизни растений, за исключением редких случаев вроде венериной мухоловки, гораздо медленнее. Во-вторых, длинные тонкие отростки нейрона позволяют одной клетке протягиваться через мозг или тело на определенное расстояние и воздействовать лишь на некоторые клетки вдалеке от себя – воздействие *целенаправленно*. Эволюция преобразила межклеточную коммуникацию из простой рассылки клетками сигналов сородичам, случайно оказавшимся поблизости, в нечто иное – упорядоченную сеть<sup>25</sup>. В нервной системе наподобие нашей это по-

---

<sup>24</sup> В биологии из правил почти всегда есть исключения: между частью нейронов имеются прямые электрические связи, и им необязательно прибегать к химическим сигналам, чтобы установить сообщение. Кроме того, не все нейроны обладают потенциалом действия. Например, на тот момент, когда пишется эта книга, неясно, используется ли вообще потенциал действия как таковой в нервной системе нематоды *Caenorhabditis elegans*, маленького червячка, который является важным модельным объектом в биологии. Возможно, ее система работает лишь с более плавными («аналоговыми») и менее «цифровыми» изменениями электрических свойств нейронов.

<sup>25</sup> К дискуссии об эволюции нейронов см.: Leonid Moroz, “Convergent Evolution of Neural Systems in Ctenophores,” *Journal of Experimental Biology*, 218 (2015): 598–611; Michael Nickel, “Evolutionary Emergence of Synaptic Nervous Systems: What Can We Learn from the Non-Synaptic, Nerveless Porifera?” *Invertebrate Biology*, 129, no. 1 (2010): 1–16; Tomás Ryan and Seth Grant, “The Origin and Evolution of Synapses,” *Nature Reviews Neuroscience*, 10 (2009): 701–712. Обзор несмолкающих дебатов – в статье: Benjamin Liebeskind et al., “Complex Homology and the Evolution of Nervous Systems,” *Trends in Ecology and Evolution*, 31, no. 2 (2016): 127–135. Некоторые биологи утверждают, что и у растений есть нерв-

рождает постоянный электрический шум, симфонию микроскопических конвульсий клеток, обменивающихся брызгами химических веществ через щели там, где одна клетка взаимодействует с другой.

Эта бурная внутренняя жизнь ко всему прочему *затратна*. Жизнеобеспечение и деятельность нейронов требует огромного количества энергии. Создавать нервные импульсы – это все равно что постоянно заряжать и разряжать батарейку сотни раз в секунду. У животных вроде нас солидная доля энергии, потребляемой с пищей – в нашем случае около четверти, – уходит только на поддержание функций мозга. Любая нервная система – машина, дорогая в обслуживании. Скоро я расскажу об истории этой машины, о том, когда и как она могла возникнуть. Но вначале я уделю немного времени общему вопросу, *зачем* она нужна.

В чем выгода иметь подобный мозг или вообще нервную систему? Для чего они? Как мне представляется, люди, задающиеся этим вопросом, руководствуются двумя моделями<sup>26</sup>.

---

ная система. См. Michael Pollan, “The Intelligent Plant,” *New Yorker*, December 23, 2013: 93–105.

<sup>26</sup> Знакомством с историей этой полемики и ее значением я обязан работам Фреда Кейзера (*Fred Keijzer*) и беседам с ним. Обе модели, обсуждаемые здесь, исходят из посылки, что нервная система предназначена главным образом для управления *поведением*. Это упрощение, поскольку нервные системы выполняют и множество других функций. Они управляют физиологическими процессами, такими как циклы сна и бодрствования, и руководят изменениями организма на макроуровне, такими как метаморфоз. Здесь, однако, я сосредоточу внимание на поведении. Первая традиция, ставящая во главу угла сенсомоторный



Эти модели ясно прослеживаются в научных исследованиях, и они же составляют подоплеку философии; они укоренены глубоко. Согласно первой модели, изначальная и основная функция нервной системы – связь между *восприятием* и *действием*. Мозг существует, чтобы руководить действием, а единственный способ эффективно «руководить» им – связывать то, что мы делаем, с тем, что мы видим (осязаем, чувствуем на вкус и т. д.). Чувства отслеживают, что происходит в окружающей среде, а нервная система использует эту информацию для принятия решений, что делать. Назовем это *сенсомоторной* теорией нервной системы и ее функций.

Между восприятием с одной стороны и механизмами «исполнителя» с другой должен быть какой-то мостик, что-то, что использует информацию, которую поставляют чувства.

---

контроль, естественно вытекает из предшествующих философских воззрений, но эксплицитно она была впервые сформулирована, по-видимому, в книге Джорджа Паркера «Элементарная нервная система» (George Parker, *The Elementary Nervous System*. Philadelphia and London: J. B. Lippincott, 1919). Особенно интересные работы в рамках теории Паркера принадлежат Джорджу Мэки – см. George Mackie, “The Elementary Nervous System Revisited,” *American Zoologist* (ныне *Integrative and Comparative Biology*), 30, no. 4 (1990): 907–920; Meech and Mackie, “Evolution of Excitability in Lower Metazoans,” in *Invertebrate Neurobiology*, ed. Geoffrey North and Ralph Greenspan, 581–615 (Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2007). Эту традицию продолжает Гашпар Екей (Gáspár Jékely, “Origin and Early Evolution of Neural Circuits for the Control of Ciliary Locomotion,” *Proceedings of the Royal Society B*, 278 (2011): 914–922). Совместно с Кейзером и Екеем мы написали статью, объединяющую наши гипотезы о функциях нервной системы и ее древнейшей эволюции: Jékely, Keijzer, and Godfrey-Smith, “An Option Space for Early Neural Evolution,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 370 (2015): 20150181.

Даже у бактерий есть эта система, как показывает нам пример кишечной палочки. У животных более сложные чувства, более сложные действия и более сложные механизмы, связывающие то и другое. Однако, согласно сенсомоторному подходу, роль посредника для нервной системы всегда была центральной – центральной изначально, центральной в наше время и на всех промежуточных стадиях эволюции. Этот первый подход интуитивно кажется столь очевидным, что как будто бы не оставляет места другим вариантам. Однако есть и другая модель, не столь очевидная, как первая. Корректировать свои действия в ответ на внешние события и правда необходимо, но для этого нужно что-то еще, и в некоторых условиях это важнее – и вместе с тем более труднодостижимо. Нужно *возникновение самого действия*<sup>27</sup>. Откуда у нас вообще берется способность действовать?

Выше говорилось: мы чувствуем, что происходит, и в ответ что-то делаем. Но что-то *делать* – для многоклеточного организма отнюдь не тривиальная задача, не процесс, который происходит по умолчанию. Это требует высокого уровня координации между частями организма. Не бог весть как сложно для бактерии, но если вы более крупный организм,

---

<sup>27</sup> См. Fred Keijzer, Marc van Duijn, and Pamela Lyon, “What Nervous Systems Do: Early Evolution, Input – Output, and the Skin Brain Thesis,” *Adaptive Behavior*, 21, no. 2 (2013): 67–85; а также интересное развитие этой темы у того же Кейзера: Keijzer, “Moving and Sensing Without Input and Output: Early Nervous Systems and the Origins of the Animal Sensorimotor Organization,” *Biology and Philosophy*, 30, no. 3 (2015): 311–331.

это меняет дело. Вы сталкиваетесь с задачей создать согласованное действие на уровне целого организма из множества крошечных выходных сигналов – микроскопических сжатий, искривлений и подергиваний – ваших составных частей. Множество *микродействий* требуется объединить в *макродействие*.

В общественной жизни нам знакома эта проблема – проблема работы в команде. Игрокам футбольной команды необходимо согласовывать свои действия, и как минимум в некоторых разновидностях футбола это непростая задача, даже если движения команды противников предсказуемы. Ту же задачу приходится решать оркестру. С проблемой, с которой сталкиваются команды и оркестры, приходится иметь дело и отдельным организмам. Она характерна в основном для животных: это проблема для многоклеточных, а не одноклеточных, и только для тех многоклеточных, чей образ жизни требует сложных действий. Это вообще не проблема для бактерий и не очень большая проблема для водоросли.

Выше я рассматривал взаимодействия между нейронами как род коммуникации<sup>28</sup>. Хотя эта аналогия неполная, она

---

<sup>28</sup> Основополагающая ранняя модель представлена в книге Дэвида Льюиса: David Lewis, *Convention: A Philosophical Study* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1969). Его модель была усовершенствована Брайаном Скермсом (Brian Skyrms, *Signals: Evolution, Learning, and Information* (Oxford and New York: Oxford University Press, 2010). В моей собственной статье “Sender-Receiver Systems Within and Between Organisms” (*Philosophy of Science*, 81, no. 5 (2014): 866–

и тут оказывается полезной для понимания двух теорий роли, которую выполняли древние нервные системы. Вспомните историю скачки Пола Ревира на заре Американской революции в 1775 году, описанную (с изрядной поэтической вольностью) у Генри Уодсворта Лонгфелло. Сторож Северной церкви в Бостоне сумел заметить передвижения британских войск и подал сигнал Полу Ревире с помощью зажженных ламп («Одну, если сушей, а морем – две»). Церковный сторож выступал в роли сенсора, Ревир<sup>29</sup> – в роли мышцы, а лампа служила нервной связью.

История Ревира часто используется, чтобы дать публике ясное представление о коммуникации. И она служит этому успешно. Но она также навязывает нам мысль об определенном типе коммуникации, призванном решать определенный тип проблем. Представьте себе другую, хотя тоже знакомую, ситуацию. Допустим, вы сидите в лодке с несколькими гребцами, у каждого из которых по одному веслу. Совместные усилия гребцов могут привести лодку в движение, но, сколько бы они ни гребли, действия каждого в отдельности не сдвинут ее с места, если они не будут работать слаженно. Неважно, в какой именно момент они налягут на весла, лишь бы они сделали это синхронно. Один из способов помочь этому – включить в команду того, кто задает ритм, «за-

---

878) рассматривается применимость моделей коммуникации к взаимодействиям внутри одного и того же организма.

<sup>29</sup> Пер. М. А. Зенкевича.

гребного».

В повседневной жизни коммуникация играет обе роли: «сторожа – Ревира», то есть сенсомоторную, основанную на разделении между тем, кто видит, и тем, кто действует, и чисто координирующую роль, как в случае с гребцами. Обе эти роли могут исполняться одновременно, и между ними нет противоречия. Движение лодки требует координации микродействий, но кто-то должен также следить, куда лодка плывет. Загребному дает команды рулевой, который служит «глазами» команды и *вместе с тем* координатором микродействий. То же сочетание ролей наблюдается в нервной системе.

Хотя между этими ролями нет сущностных противоречий, само разграничение их важно. На протяжении большей части XX века сенсомоторная теория эволюции нервной системы принималась по умолчанию, и потребовалось некоторое время, чтобы оформилась другая концепция, основанная на идее внутренней координации. Ее разработал Крис Пантин (*Chris Pantin*), английский биолог, в 1950-е годы, а недавно возродил философ Фред Кейзер (*Fred Keijzer*)<sup>30</sup>. Они справедливо указывают, что мы легко поддаемся привычке мыслить каждое «действие» как неделимую единицу, так что остается решить единственную проблему – как

---

<sup>30</sup> См. C. F. Pantin, "The Origin of the Nervous System," *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli*, 28 (1956): 171–181; L. M. Passano, "Primitive Nervous Systems," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 50, no. 2 (1963): 306–313; а также перечисленные выше работы Фреда Кейзера.

соотнести эти действия с ощущениями, определить, когда делать А вместо Б. Но по мере того как организмы растут и их способности усложняются, эта схема становится все более неточной. Она игнорирует вопрос, откуда, прежде всего, у организма берется способность делать А или Б. Выдвинуть альтернативу сенсомоторной теории было полезно. Я назову этот взгляд на роль древнейших нервных систем *теорией порождения действия*.

Если вернуться к истории: как выглядели первые животные, у которых была нервная система? Как нам следует представлять их образ жизни? Пока мы этого не знаем. Большая часть исследований в этой области сосредоточена на *книдариях (стрекающих)*, группе животных, в которую входят медузы, актинии и кораллы. Они состоят с нами в весьма отдаленном родстве, но не в таком отдаленном, как губки, и у них есть нервная система. Хотя древние развилки на эволюционном древе животных остаются скрытыми в тумане, распространено мнение, что первое животное, имевшее нервную систему, было *похожим* на медузу – нечто мягкотелое, без раковины и скелета, вероятно, пелагическое. Представьте себе пленчатый пузырь вроде лампочки, в котором впервые заработали ритмы нервной деятельности.

Вероятно, это произошло около 700 миллионов лет назад. Эта датировка основывается исключительно на данных генетики – окаменелых остатков животных того времени не сохранилось. По скальным породам той эпохи можно поду-

мать, что мир тогда был недвижим и нем. Но данные ДНК убедительно указывают на то, что большинство ключевых развилок в эволюции животных, должно быть, пришлось на этот период, а значит, животные уже тогда что-то *делали*. Недостаток сведений об этих ключевых стадиях эволюции вызывает досаду у всякого, кто хочет понять эволюцию мозга и психики. Но если продвинуться чуть ближе от прошлого к настоящему, картина становится яснее.

# Сад

В 1946 году австралийский геолог Реджинальд Спригг исследовал заброшенные прииски в малонаселенном регионе Южной Австралии<sup>31</sup>

---

<sup>31</sup> Биографию Спригга см.: Kristin Weidenbach, *Rock Star: The Story of Reg Sprigg – An Outback Legend* (Hindmarsh, South Australia: East Street Publications, 2008; Kindle ed., Adelaide, SA: MidnightSun Publications, 2014). На свои доходы от предпринимательства и геологической разведки Спригг организовал заповедник для экологического туризма – Аркарулу. Он также построил собственный глубоководный батискаф и однажды установил местный рекорд по погружению с аквалангом (90 м, глубина, на которую я точно не рискну сунуться).



# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.