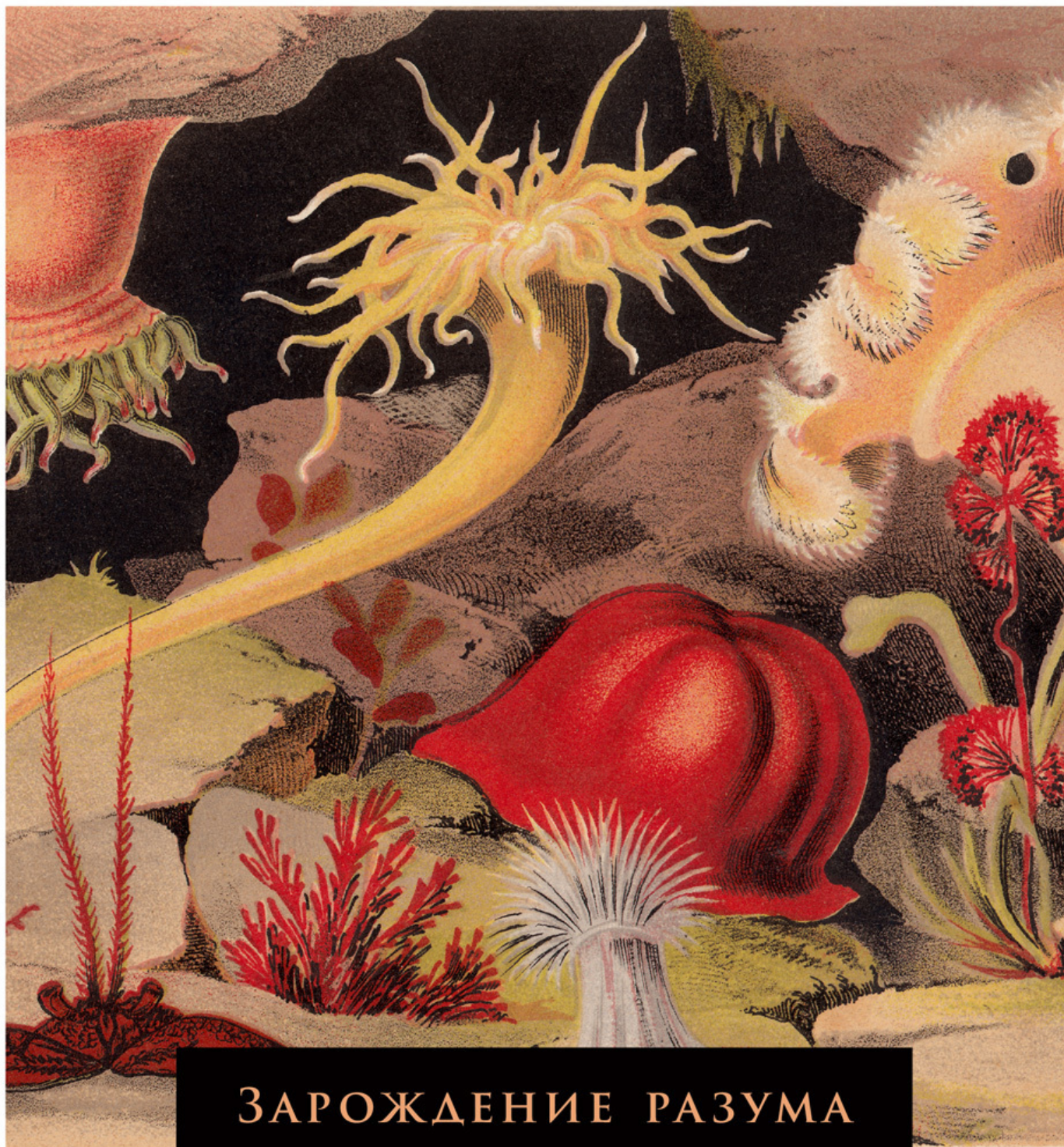


# МЕТАЗОА



ЗАРОЖДЕНИЕ РАЗУМА  
В ЖИВОТНОМ МИРЕ

ПИТЕР ГОДФРИ-СМИТ

Питер Годфри-Смит

**Метазоа. Зарождение  
разума в животном мире**

«Альпина Диджитал»

2020

## **Годфри-Смит П.**

Метазоа. Зарождение разума в животном мире / П. Годфри-Смит — «Альпина Диджитал», 2020

ISBN 978-5-00-139967-4

Стоит аквалангисту погрузиться в море, как он сталкивается с формами жизни, которые кажутся запредельно чуждыми: здесь и морские губки, и мягкие кораллы, и черви-серпулиды, чьи причудливые тела, замысловатое строение и похожие на цветы отростки напоминают скорее растения или даже архитектурные формы, нежели что то животное. И тем не менее все эти создания – наши родственники. Как равноправные представители царства животных – метазоа, они могут немало рассказать об эволюционном происхождении не только тела человека, но и его сознания. Пытаясь вжиться в их опыт и понять, каково это – воспринимать мир и взаимодействовать с ним так, как это делают другие живые существа, Питер Годфри-Смит показывает, что характерное для животных тело, появившееся более полумиллиарда лет назад, стало тем самым нововведением, которое направило жизнь по принципиально иному пути. Проследивая возникновение в ходе естественного отбора губок, кораллов, креветок, осьминогов и рыб, а затем и перемещаясь на сушу, в мир насекомых, птиц и приматов, «Метазоа» преодолевает разрыв между разумом и материей, приближая нас к разрешению одной из самых глубоких философских проблем – проблемы сознания.

ISBN 978-5-00-139967-4

© Годфри-Смит П., 2020  
© Альпина Диджитал, 2020

## Содержание

1. Одноклеточные	9
Вниз по ступенькам	9
Материя, жизнь и разум	10
Разрыв	14
2. Стеклянная губка	20
Башни	20
Клетка и шторм	21
Укрощение заряда{28}	23
Многоклеточные	27
Конец ознакомительного фрагмента.	28
Комментарии	

# **Питер Годфри-Смит**

## **Метазоа. Зарождение разума в животном мире**

Переводчик *Галина Бородина*

Научные редакторы *Анна Винкельман, Михаил Никитин*

Редактор *Андрей Захаров*

Издатель *П. Подкосов*

Руководитель проекта *А. Тарасова*

Арт-директор *Ю. Буга*

Корректоры *О. Петрова, Е. Рудницкая, Е. Сметанникова*

Компьютерная верстка *А. Фоминов*

Обработка иллюстраций *А. Фридберг*

Иллюстрация обложки *Getty Images*

*Все права защищены. Данная электронная книга предназначена исключительно для частного использования в личных (некоммерческих) целях. Электронная книга, ее части, фрагменты и элементы, включая текст, изображения и иное, не подлежат копированию и любому другому использованию без разрешения правообладателя. В частности, запрещено такое использование, в результате которого электронная книга, ее часть, фрагмент или элемент станут доступными ограниченному или неопределенному кругу лиц, в том числе посредством сети интернет, независимо от того, будет предоставляться доступ за плату или безвозмездно.*

*Копирование, воспроизведение и иное использование электронной книги, ее частей, фрагментов и элементов, выходящее за пределы частного использования в личных (некоммерческих) целях, без согласия правообладателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.*

© Peter Godfrey-Smith, 2020

© Издание на русском языке, перевод, оформление. ООО «Альпина нон-фикшн», 2023

\* \* \*

# МЕТАЗОА

ЗАРОЖДЕНИЕ РАЗУМА  
В ЖИВОТНОМ МИРЕ

ПИТЕР ГОДФРИ-СМИТ

*Перевод с английского*



Москва, 2023

*Посвящается всем погибшим в австралийских лесных пожарах  
2019–2020 годов и героям, которые боролись с огнем*

*Я должен также от всей души предупредить вас, о судовладельцы Нантакета! Остерегайтесь нанимать на ваши промысловые корабли бледных юношей с высоким лбом и запавшими глазами; юношей, склонных совершенно некстати погружаться в задумчивость...*

*– Эй ты, мартышка, – сказал однажды гарпуник одному такому юноше. – Мы уж скоро три года как промысляем, а ты еще ни одного кита не поднял. Когда ты стоишь наверху, киты попадаютя реже, чем зубы у курицы.*

*Может быть, они в самом деле не попадаютя, а может быть, наоборот, плавают целыми стаями; но, убаюканный согласным колыханием волн и грез, этот задумчивый юноша погружается в такую сонную апатию смутных, рассеянных мечтаний, что под конец перестает ощущать самого себя; таинственный океан у него под ногами кажется ему олицетворением глубокой, синей, бездонной души, единым дыханием наполняющей природу и человека; и все необычное, еле различимое, текучее и прекрасное, что ускользает от его взора, всякий смутно мелькнувший над волнами плавник невидимого подводного существа, представляется ему лишь воплощением тех неуловимых дум, которые в своем неустанном полете посещают на мгновение наши души. В этом сонном очаровании дух твой уносится назад, к своим истокам; он растворяется во времени и в пространстве, подобно развеянному пантеистическому праху Крэнмера<sup>1</sup>, и под конец становится частью каждого берега по всему нашему земному шару.*

**Герман Мелвилл.**

***Моби Дик, или Белый кит*<sup>2</sup>**

---

<sup>1</sup> В английской редакции здесь упоминается Уиклиф. Подробнее см. в примечаниях. – *Прим. пер.*

<sup>2</sup> Перевод И. Бернштейн.

## 1. Одноклеточные

### Вниз по ступенькам

Лесенка, сложенная из валунов волнолома, спускается в море. Прилив достиг максимальной высоты, и поверхность моря тиха и спокойна. Миновав десяток ступеней, вы погружаетесь в воду. Гравитация слабеет, звуки глохнут, краски выцветают в бледно-зеленый. Вы слышите только свое дыхание.

Минута – и вы уже в саду губок самых причудливых форм и расцветок. Одни торчат из морского дна, словно лампочки или веера, другие неровными слоями расползаются по любой доступной поверхности. Есть губки, похожие на перья и цветы, а рядом с ними растут асцидии – бледно-розовые структуры, подобные расписным кувшинчикам. Они напоминают выходы воздушных шахт, буквой Г возвышающиеся на палубе корабля, вот только носики их глядят в разные стороны. Они бывают так плотно покрыты всевозможными организмами, что кажутся скорее частью природного ландшафта, местом обитания живых существ, чем собственно живыми существами.

Но если вы подбираетесь достаточно близко, асцидии вздрагивают, смутно, словно сквозь пелену сна, ощущая ваше приближение. Иногда – и всегда немного неожиданно – тело асцидии сокращается и выталкивает воду из внутренней полости, как будто животное пожимает плечами и вздыхает. Когда вы проплываете мимо, ландшафт оживает, отзываясь на ваше появление.

Рядом с асцидиями растут актинии и мягкие кораллы. Некоторые кораллы выглядят как скопления крошечных ручек. Каждая ручка похожа на цветок – цветок, который ловит воду вокруг себя. Ручки сжимаются в кулачки и медленно раскрываются снова.

Вы будто очутились в странном, кишасщем жизнью лесу. Однако в лесу земном вас по большей части окружают продукты иного эволюционного пути – пути растений. В саду губок, однако, почти всё, что вы видите, – это животные. У большинства из них (за исключением самих губок) имеется нервная система: их тела пронизывают нервные тяжи, передающие электрические сигналы. Они двигаются и чихают, вытягиваются и колеблются. Некоторые резко реагируют на ваше появление. Черви-серпулиды выглядят как пучки оранжевых перьев, приклеенных к рифу, но эти перышки покрыты глазами, и, если вы подберетесь слишком близко, серпулида моментально спрячется. Постарайтесь вообразить себе лес, в котором деревья чихают и кашляют, вытягивают руки и следят за вами невидимыми глазами.

Постепенно удаляясь от берега, вы встречаетесь с реликтами и родственниками ранних форм жизни. Но не стоит думать, будто вы плывете в прошлое: губки, асцидии и кораллы живут в наши дни, сформировавшись на том же отрезке эволюционного времени, что и люди. Вы сейчас не среди предков – вы в кругу дальних кузенов, ныне живущих родичей. Сад вокруг вас состоит из самых верхних ветвей вашего общего семейного дерева.

Дальше, под уступом, виднеется пучок усиков и клешней – это полосатая креветка-боксер. Ее полупрозрачное тельце всего несколько сантиметров длиной, но усики и прочие отростки увеличивают его почти в три раза. Это животное – первое из упомянутых здесь, которое способно увидеть вас как объект, а не просто отреагировать на волну света и смутную массу. Еще немного дальше, на верхушке рифа, словно кот на солнышке – хорошо замаскированный кот, – развалился осьминог: одни щупальца вытянуты, другие свернуты в кольца. Это животное тоже следит за вами, причем, в отличие от креветки, делает это явно: когда вы проплываете мимо, он, насторожившись, поднимает голову.

## Материя, жизнь и разум

В 1857 году фрегат британского королевского флота «Циклоп» поднял со дна Северного Атлантического океана нечто необычное. На первый взгляд образец напоминал илистый океанский грунт. Его заспиртовали и отослали биологу Томасу Генри Гексли<sup>[1]</sup><sup>3</sup>.

Образец передали Гексли не потому, что он выглядел каким-то особенным, но из-за интереса, как научного, так и практического, который в то время вызывало океанское дно. Практическая заинтересованность стимулировалась проектом прокладки глубоководных телеграфных кабелей. Первый такой кабель, который должен был посылать сообщения через Атлантику, проложили в 1857 году, однако прослужил он всего три недели, после чего изоляция нарушилась, и передающий сигналы электрический ток стал уходить в воду.

Гексли изучил полученный донный грунт, обнаружил в нем несколько одноклеточных организмов и загадочных круглых телец, а затем убрал его подальше почти на десятилетие.

Через десять лет, вооружившись новым мощным микроскопом, Гексли решил изучить образец заново. На этот раз ему удалось разглядеть диски и сферы неизвестного происхождения, а также окружающую их склизкую субстанцию, «прозрачную желеобразную массу». Гексли подумал, что обнаружил новый организм, какую-то простейшую форму жизни. Он осторожно предположил, что твердые частички – диски и сферы – продукт жизнедеятельности самой этой желеобразной живой материи. Гексли назвал вновь открытый организм в честь Эрнста Геккеля, немецкого биолога, философа и иллюстратора. Новая форма жизни получила имя «батибиус Геккели» (*Bathybius Haeckelii*).

Геккель пришел в восторг – как от открытия, так и от его названия<sup>[2]</sup>. Он уже давно говорил, что нечто подобное должно существовать. Геккель, как и Гексли, был ярким приверженцем эволюционной теории Дарвина, явленной миру в 1859 году в книге «Происхождение видов». Гексли и Геккель были ведущими приверженцами дарвинизма в своих странах, Англии и Германии соответственно. Обоих весьма интересовали вопросы<sup>[3]</sup>, о которых сам Дарвин, если не считать нескольких мимолетных ремарок, распространяться не хотел, а именно происхождение жизни и начало процесса эволюции. Единожды ли возникла жизнь на Земле, или она зарождалась несколько раз? Геккель был убежден в возможности спонтанного возникновения жизни из неживой материи и считал, что такой процесс должен идти постоянно<sup>[4]</sup>. Он приветствовал *батибиус* как изначальную форму жизни, которая, вероятно, покрывает большие участки морского дна; он считал ее звеном или мостом, соединяющим царство живого и царство мертвой, неорганической материи.

Традиционное представление об организации жизни, царившее со времен древних греков, признавало только два вида живых существ: животных и растения. Все живое следовало относить либо к одному, либо к другому из этих двух царств. Когда в XVIII веке шведский ботаник Карл Линней создал новую систему классификации, он поместил царства растений и животных рядом с третьим, неживым – «царством минералов», или *Lapides*<sup>[5]</sup>. Об этом тройственном делении до сих пор напоминает известный вопрос: «Животное, растение или минерал?»<sup>4</sup>

Во времена Линнея было уже известно о существовании микроскопических организмов. Воочию их впервые увидел голландский галантерейщик Антони ван Левенгук, который собрал самый мощный по тем временам микроскоп. Линней не обошел вниманием заметные только под микроскопом крохотные организмы и включил их в свою классификацию живых существ,

---

<sup>3</sup> Эта книга снабжена множеством примечаний, размещенных в конце. Там приведены ссылки на источники, а также даются более подробные объяснения, отсылающие к конкретным фразам текста.

<sup>4</sup> Фраза из популярной салонной игры «Двадцать вопросов». – *Прим. пер.*

определив в категорию «черви». (Десятую редакцию своей «Системы природы», в которой Линней занялся классификацией не только растений, но и животных, он завершает группой, которую называет *Monas* – «бесконечно малые тельца».)

По мере развития биологии ученым все чаще стали встречаться неочевидные случаи, особенно на микроскопическом уровне. Как правило, их пытались разместить либо по одну, либо по другую сторону четкой границы – в царстве растений (водоросли) или в царстве животных (одноклеточные). Но зачастую определение того, какому царству принадлежит новое существо, оказывалось нелегким делом, и тогда стандартная классификация начинала давать сбои.

В 1860 году британский натуралист Джон Хогг заявил, что разумней всего было бы прекратить попытки впихнуть в классификацию то, что туда явно не лезет, а вместо этого стоило бы дополнить ее четвертым царством, предназначенным для крошечных организмов – не растений и не животных, которых все чаще относили к простейшим<sup>[6]</sup>. Хогг назвал их «протоктистами» (*Protoctista*) и поместил в разряд *Regnum Primigenum*, или «первоначальное», которому надлежало дополнить царства животных, растений и минералов. (Предложенный Хоггом термин «протоктисты» Геккель позже сократил до более современного «протисты»<sup>[7]</sup>.) Хогг был убежден, что границы между различными царствами живого расплывчаты, в отличие от жесткой границы, отделяющей царство минералов от живой материи.

Жонглирование категориями, о котором я здесь пишу, касалось живой материи, но не разума. Однако испокон веков считалось, что жизнь и разум каким-то образом связаны, несмотря на отсутствие устоявшегося мнения об их соотношении друг с другом. В концепции Аристотеля, сформулированной более двух тысячелетий назад, представление о живом и разумном объединяется в понятии *души*<sup>[8]</sup>. Согласно Аристотелю, душа – это некое внутреннее образование, которое управляет жизнедеятельностью тела; душой обладают все живые существа, хотя и в различной мере. Растения поглощают питательные вещества, чтобы поддерживать свое существование, – это одна разновидность души. Животные тоже это умеют, но сверх того они еще воспринимают окружающую среду и реагируют на нее – это другой вид души. Люди, вдобавок к двум предыдущим способностям, наделены способностью к рассуждению – и это душа третьего типа. По Аристотелю, даже неживые, лишённые души объекты часто ведут себя целенаправленно, стремясь занять собственное место в мире.

Научная революция XVII века, подтолкнувшая к отказу от аристотелевской картины мира, заставила пересмотреть отношения между жизнью и разумом. В рамках нового подхода оформилось приземленное представление о материальном и укоренился механистический взгляд на материю как на нечто инертное, не имеющее ни целей, ни намерений, а душа, напротив, превозносилась и объявлялась сущностью нематериальной. Душа, которую Аристотель считал неотъемлемым атрибутом всего живого, стала представляться явлением редким, связанным сугубо с интеллектом. Кроме того, душа, спасенная милостью Божией, могла обрести жизнь вечную.

Для Рене Декарта, весьма влиятельной фигуры своего времени, между физическим и ментальным существовала четкая граница. Однако люди, по мнению этого мыслителя, комбинируют в себе и то и другое: мы *и* физические, *и* мыслящие существа<sup>[9]</sup>. Нам удалось стать такими из-за того, что две упомянутые сферы сообщаются друг с другом в каком-то небольшом органе в мозге человека. Таков знаменитый «декартовский дуализм». Иные животные, как считал Декарт, лишены души, оставаясь чисто механическими системами, – чувства у собаки не появятся, что бы с ней ни происходило. Душа – отличительное свойство человека, и ни животные, ни растения не обладают даже ее зачатками.

В XIX веке, в эпоху Дарвина, Геккеля и Гексли, развитие биологии и других наук все убедительнее показывало несостоятельность декартовского дуализма. Труды Дарвина рисовали картину, согласно которой водораздел между людьми и другими животными не так уж и непреодолим. Формы жизни, обладающие интеллектуальными способностями различного уровня,

могли появиться на свет в процессе эволюции, прежде всего путем приспособления к внешним условиям и благодаря разветвлению вида-прародителя. Теперь отношения тела и разума представлялись вполне постижимыми – оставалось только понять, с чего же все началось.

Но в том-то и была загвоздка. Геккель, Гексли и другие подходили к проблеме следующим образом: они думали, что у живых существ должна наличествовать *некая субстанция* (stuff), которая давала бы начало и жизни, и разуму. Эта субстанция должна быть вещественной, а не сверхъестественной, но при этом, скорее всего, отличающейся от обычной материи. Если мы сможем ее выделить, ее можно будет зачерпнуть ложкой, но при этом она все равно останется особенной. Они назвали ее протоплазмой<sup>[10]</sup>.

Идея кажется странной, но отчасти она была мотивирована пристальным изучением клеток и простых организмов. Заглядывая внутрь клетки, ученые видели там довольно слабую организацию: в ней явно не хватало обособленных и дифференцированных деталей, позволявших клетке делать все то, что она, очевидно, делать умела<sup>[11]</sup>. Внутреннее наполнение клетки казалась им однородной субстанцией, прозрачной и мягкой. Английский физиолог Уильям Бенджамин Карпентер, восхищаясь способностями одноклеточных организмов, отмечал в 1862 году, что «жизненно важные операции», которые у животных «осуществляются с помощью развитого аппарата», на этом уровне жизни выполняются «крошечными частичками очевидно гомогенного желе». Комочек такого желе «захватывает пищу без конечностей, проглатывает безо рта, переваривает без желудка» и «перемещается с места на место без мускулов». Подобные наблюдения навели Гексли и других на мысль о том, что жизнедеятельность организмов объясняется не сложной организацией обычной материи, но совершенно иным ингредиентом, живым по самой своей природе: «организация материи есть результат жизни, а не жизнь есть результат организации материи».

На этом фоне *батибиус* казался невероятно многообещающим. Это же чистый образец материи жизни, материи, которая, возможно, возникает спонтанно и непрерывно, образуя постоянно обновляющийся органический ковер, покрывающий морское дно. Были исследованы и другие образцы. Сообщалось, например, что *батибиус*, взятый со дна Бискайского залива, умел самостоятельно передвигаться. Тем не менее другие биологи скептически отнеслись к этой якобы изначальной форме жизни, вокруг которой сгустился туман предположений и догадок. «Как *батибиус* выживает на глубине и чем он там питается?» – размышляли они.

В 1870-х годах был дан старт экспедиции «Челленджер» – проекту, организованному Лондонским королевским обществом<sup>[12]</sup>. За четыре года экспедиция собрала массу проб в сотнях точек океанского дна по всему миру. Перед учеными стояла задача составить первую развернутую опись живых существ, обитающих в глубоких водах. Возглавлявший экспедицию Чарльз Уайвилл Томсон стремился разрешить загадку *батибиуса*, хотя и относился к нему с недоверием. Несмотря на все усилия, участникам экспедиции не удалось раздобыть никаких новых образцов, и двое ученых на борту судна по зрелом размышлении начали подозревать, что ничего общего с живыми организмами *батибиус* не имеет. Проведя серию экспериментов, они показали, что нашумевший *батибиус*, не исключая и самого первого образца, полученного Гексли с фрегата «Циклоп», не что иное, как продукт химической реакции между морской водой и спиртом, который использовался для консервации проб.

Таким образом, *батибиус* испустил дух. Гексли немедленно признал свою ошибку. К несчастью, Геккель, сильнее увлеченный идеей *батибиуса* как недостающего звена, упирался еще как минимум десяток лет<sup>[13]</sup>. И все же этот мостик провалился.

Некоторые ученые какое-то время еще лелеяли надежду отыскать связующее звено подобного типа – особую субстанцию (substance), которая соединит жизнь и материю, но с годами такие идеи теряли популярность. Их заменил постепенный процесс открытий, который со временем разрешил загадку жизнедеятельности организмов. В конце концов объяснение

жизни было найдено именно там, где Гексли и Геккель отказались его искать, – в невидимой глазу организации обычной материи.

Как мы увидим далее, упомянутую материю отнюдь не во всех отношениях можно назвать «обычной», но по базовой композиции она действительно самая обыкновенная. Живые организмы состоят из тех же химических элементов, что и все остальное во Вселенной, и ведут себя в соответствии с теми же законами физики, которым подчиняется и царство неживого. Нам до сих пор неизвестно, как зародилась жизнь на Земле, но ее происхождение перестало быть загадкой такого рода, что заставляет нас верить, будто живой мир породила некая особая субстанция.

Это был триумф *материалистического* взгляда на жизнь – мировоззрения, не допускающего никаких сверхъестественных вмешательств. Столь же триумфально утвердилось и представление о том, что мироздание целиком построено из одних и тех же основных компонентов. Жизнедеятельность организмов теперь следует объяснять не в терминах некоего мистического ингредиента, но в терминах сложной организации на микроскопическом уровне – таком крошечном, что его практически невозможно себе представить. Взять хотя бы рибосомы – это важные для клетки органы, станции, где собираются белковые молекулы. Рибосомы и сами по себе имеют довольно сложное строение, однако на поверхности точки, которая стоит в конце этого предложения, может уместиться больше 100 миллионов рибосом<sup>[14]</sup>.

Жизнь, в общем, нашла свое место в структуре нашего знания. Но если говорить о разуме, тут еще далеко не все понятно.

## Разрыв

С конца XIX века и далее, по мере того как революция Дарвина набирала обороты, становилось все сложнее придерживаться дуалистического взгляда на разум, сформулированного Декартом. Дуализм имеет некоторый смысл в рамках общей картины, определяющей человека как уникальную, особенную часть природы, в каком-то смысле приближенную к Богу. При таком подходе все остальное, живое и мертвое, предстает чисто материальным, а вот в нас обнаруживается некий добавочный ингредиент. Придерживаясь эволюционного представления о человечестве, утверждающего неразрывную связь между нами и другими животными, отстаивать дуализм непросто, хотя все-таки возможно. Это, в свою очередь, мотивирует к формированию материалистического представления о разуме, которое могло бы объяснить мышление, память и чувства в терминах физических и химических процессов. Впрочем, несмотря на то что сам факт рассмотрения жизни в материалистических терминах вдохновляет, это отнюдь не означает, что от него будет какой-то толк и в нашем случае, поскольку далеко не ясно, какое отношение успехи материализма в биологии имеют к разгадке тайны разума.

Вновь обратившись к истории, мы можем отыскать два альтернативных подхода, здравствующих и по сей день. Аристотель, как уже было показано, выделял несколько уровней души, присущих растениям, животным и людям. То, что мы называем «разумом», он считал естественным продолжением или разновидностью жизнедеятельности организма. И хотя Аристотель не был эволюционистом, его взгляды довольно легко переформулировать в эволюционных терминах. Эволюция сложных форм жизни естественным образом порождает разум, стимулируя развитие целенаправленных действий и повышая чувствительность к окружающей среде.

Декарт, напротив, считал, что жизнь – это одно, а разум – совершенно другое. Руководствуясь этим вторым подходом, нет оснований думать, будто прогресс в понимании жизни внесет хоть какой-то вклад в разрешение загадки разума.

На протяжении последнего столетия или около того в этой области преобладали материалистические взгляды, но в одном отношении они все же сдвинулись чуть ближе к представлениям Декарта. С середины XX века ученые-теоретики начали отказываться от признания неразрывной связи между жизнью и разумом. Не в последнюю очередь это происходило благодаря появлению компьютеров. Компьютерные технологии, активно развивавшиеся с середины прошлого столетия, сулили навести новый мост между психическим и физическим – мост, построенный из логики, а не из живой материи. Автоматизация мышления и памяти – вычисление – казалась более перспективным путем. По мере развития систем искусственного интеллекта (ИИ) некоторые из них стали казаться в какой-то степени *разумными*, но не было никаких оснований считать их *живыми*. Физические тела, как представлялось, не так уж и нужны разуму, более того, они стали выглядеть вовсе не обязательными. Душой материи стало программное обеспечение: мозг запускает программу, которая в свою очередь запускает другие механизмы (или, напротив, не-механизмы).

В эти же годы обострилась проблема физического и ментального, тела и разума. На смену былой «загадке разума» пришла более специфичная головоломка. В рамках сложившегося недавно нового подхода считается, что какую-то часть разума можно довольно убедительно объяснить с материалистической точки зрения, но зато ряд других его аспектов подобной трактовке не поддается. Прежде всего в этот разряд попадает субъективный опыт, или сознание. Возьмем, к примеру, память. Мы без труда обнаруживаем, что памятью обладают самые разные животные; их мозг регистрирует прошлый опыт и использует его в дальнейшем для выбора подходящего варианта поведения. Не так уж сложно вообразить, как это может быть устроено. Эта проблема еще далеко не решена, но выглядит она абсолютно решаемой; со временем наверняка удастся выяснить, как работает эта сторона памяти. Но люди, однако, не только

запоминают свой опыт, но еще и некоторым образом *переживают* его. Как сказал Томас Нагель в 1974 году, обладать разумом – это *на что-то похоже*; это *как-то ощущается*<sup>[15]</sup>. Приятное воспоминание как-то ощущается, и неприятное – тоже. «Обрабатывающая информацию» сторона памяти – способность хранить и извлекать полезное знание – может либо сопровождаться этой добавочной характеристикой, либо нет. Сложная часть проблемы тела-разума – объяснить эту черту нашей психики, растолковать в биологических, физических или же в компьютерных понятиях, каким образом в материальном мире может существовать субъективный опыт.

Эту проблему по-прежнему нередко изучают под одним из привычных углов зрения. Это либо материализм («физикализм»), либо дуализм. Существуют, однако, и более радикальные подходы. Например, *панпсихизм* утверждает, что психическая сторона присуща любой материи, включая ту, из которой состоят объекты вроде столов<sup>[16]</sup>. Не путайте панпсихизм с *идеализмом* – представлением, согласно которому вся вселенная состоит из субъективного опыта. Панпсихисты принимают физическое существование мира как данность, но добавляют, что материи, из которой мир состоит, неизменно свойственна некая невообразимо простая форма сознания. Именно это свойство материи дает начало субъективному опыту и самосознанию, при условии что некоторая часть этой материи организуется в виде мозга. Несмотря на явную экстравагантность, у панпсихизма есть авторитетные последователи. По мнению Томаса Нагеля, которого я упоминал выше, панпсихизм не стоит сбрасывать со счетов, потому что у каждого подхода к проблеме есть свои собственные недостатки, и недостатки панпсихизма ничем не хуже прочих. Эрнст Геккель, расставшись с *батибиусом*, тоже склонялся к панпсихизму. Гексли же выбрал другой нетрадиционный подход<sup>[17]</sup>. Он предполагал, что сознательный опыт может возникать как продукт материального процесса, но не может выступать его причиной. Это оригинальный подвид дуализма, у которого есть сторонники и в наши дни.

Из приведенной подборки альтернативных взглядов на вселенную, как и из традиционных дискуссий, ясно одно: существует невероятное разнообразие представлений о том, где следует искать разум. Для одних разум повсюду – ну или почти повсюду. Другие считают, что им наделены только люди – и, возможно, кое-какие животные, похожие на нас. Кто-то, глядя на одноклеточную инфузорию, энергично барахтающуюся в пленке воды, скажет: «То, что происходит внутри этого создания, наделяет его чувствами. Инфузория реагирует и стремится к цели. У нее есть опыт, пусть и крайне незначительный». Но другой не просто с ходу откажет инфузории в чувствах, но и, увидев сложно устроенное животное вроде рыбы, произнесет: «Рыба, вероятно, вообще ничего не чувствует. У нее есть рефлекс и инстинкты и какая-то достаточно сложная психическая активность, но большая часть этой активности происходит как бы "в потемках" и не осознается». Если этот второй человек не прав, то почему? И если ни одна песчинка не испытывает ни намека на чувства, а панпсихисты тоже ошибаются, то в чем именно их ошибка? Разве этого *не может быть*? Часто кажется, что таким рассуждениям не хватает обоснованности, какой-то твердой базы. Люди могут говорить, что им заблагорассудится. Но если бы меня попросили угадать, как мои современники ответят на вопрос, какие живые существа обладают чувственным опытом, то я бы сказал, что самым распространенным ответом будет «да» для млекопитающих и птиц, «может быть» для рыб и рептилий и «нет» для всех прочих. Но вот если кто-то захочет вдруг раздвинуть эти границы (включить, например, муравьев, растения и инфузорий) или сузить их (только до млекопитающих), то дискутирующие быстро потеряют почву под ногами. Как мы вообще можем определить, кто прав?

Это чувство необоснованности сродни тому, что философ Джозеф Левин назвал разрывом в объяснении<sup>[18]</sup>. Даже если мы окончательно удостоверимся, что разум должен иметь чисто материальную основу, и ничего больше, мы все равно захотим узнать, почему *такое* физическое устройство порождает именно *такой*, а не какой-то другой вид опыта. Почему обладание разумом, которым мы наделены и в котором происходят все те процессы, что происходят в данный конкретный момент, ощущается именно *так*, а не *иначе*? Даже если трудно-

сти, с которыми сталкиваются другие подходы, убеждают нас в правоте материализма, трудно понять, *почему конкретно* он прав и почему все устроено именно так, а не как-то по-другому.

К этому-то комплексу проблем я и хочу обратиться в своей книге. Моя цель не предполагает ответа на вопрос Левина о конкретном опыте и выяснения того, какие процессы в мозгу отвечают за различение цветов или ощущение боли. Это задача нейронауки. Я же хочу попытаться понять, почему мы переживаем свое существование, осознаем его, будучи физическими существами, какими мы и являемся. Причем это «мы» следует значительно расширить: меня интересуют не столько особенности человеческого самосознания, сколько опыт в широком смысле, нечто, свойственное и многим другим животным. Я хочу исследовать вопросы переживания опыта так, чтобы приглушить ощущение необоснованности, о котором я писал выше, – чувство, будто можно приписать разум бактерии или отказать в нем птице в зависимости от того, что вам больше нравится.

Исследуя проблему тела-разума, я буду придерживаться биологического подхода, который не противоречит материалистической картине мира. Многие считают, что «материализм» предполагает узко практический и негибкий подход: мир меньше, чем вы думаете, он не настолько удивителен и не так свят; это просто атомы, бьющиеся друг о друга. Сталкивающиеся атомы – это, конечно, важно, но я не собираюсь рассказывать свою историю под гнетом запретов и ограничений. «Физический» или «материальный» мир есть нечто большее, чем соударение частиц и сухие формулы. Это мир энергий, полей и скрытых взаимодействий. Я уверен, он нас еще не раз удивит.

Позиция, которой я придерживаюсь в этой книге, называется биологическим материализмом, но в основе моих убеждений – более широкий подход, который иногда называют *монизмом*. Монизм утверждает фундаментальное единство в природе<sup>[19]</sup>. Материализм же лишь одна из разновидностей монизма, поскольку он ставит во главу угла мысль о том, что все психические феномены, включая субъективный опыт, суть проявление фундаментальных процессов, описанных в биологии, химии и физике. Идеализм – представление, что все сущее вокруг есть идеи, являет еще один вид монизма – он лишь иначе постулирует единство. (Идеалисту нужно как-то объяснить, почему то, что кажется нам физическими объектами и явлениями, на самом деле остается проявлением духа или разума.) Еще один способ быть монистом – считать, что и «физическое», и «психическое» – проявления одной и той же лежащей в их основе реальности; такой подход называется *нейтральным* монизмом. Вместо того чтобы объяснять психику в терминах физики или физику в терминах психики, мы объясняем и то и другое в терминах чего-то еще. Это «что-то еще» по-прежнему сохраняет налет таинственности. Если бы я не был материалистом, то стал бы нейтральным монистом, хотя это все-таки не мое<sup>[20]</sup>. Путь, на который я ступаю, начнется с самих основ жизни – понятой в материалистическом ключе; дальше я попытаюсь показать, как в процессе эволюции живых систем может зародиться разум. Мне хотелось сократить, хотя бы отчасти, разрыв в объяснении физического и психического.

Но, прежде чем начать, давайте присмотримся к психической стороне этой головоломки и к словам, которыми мы ее описываем. Свойство разума, которое пытался определить Нагель, сказав: «Это на что-то похоже...», сегодня обычно называют *сознанием*. (Сам Нагель тоже так его называл.) В указанном смысле вы обладаете сознанием, если ощущаете, что значит «быть вами». Но термин «сознание» часто сбивает с толку, потому что может показаться, будто он предполагает нечто более сложное. Фраза «нечто, на что похоже...» предполагает наличие неких ощущений. Быть вами – или рыбой, или мотыльком – на что-то похоже, если смутные, едва уловимые волны ощущений являются частью вашей жизни. Тот факт, что в слово «сознание» часто вкладывают более широкий смысл, может нам помешать.

Нейробиологи, например, часто говорят, что сознание возникает в коре больших полушарий, складчатом верхнем отделе головного мозга, который имеется только у млекопитаю-

щих и у ряда других позвоночных. В одной из своих статей врач и писатель Оливер Сакс рассказывает о пациенте, который перенес инфекцию мозга, в результате чего потерял всякую способность удерживать в памяти новые события<sup>[21]</sup>. Сакс спрашивает: «Какая связь существует между, с одной стороны, моделями поведения и процедурной памятью, которые ассоциируются со сравнительно примитивными частями нервной системы, а с другой стороны – сознанием и чувствительностью, которые связаны с корой больших полушарий?» Сакс здесь не только задает вопрос, он еще и делает допущение: сознание и чувствительность связаны с корой больших полушарий. Подразумевает ли Сакс, что если некто или нечто не имеет коры больших полушарий, то у него не будет и сознания во всем его «вот-он-я» богатстве, но при этом такое существо все же сможет иметь какие-то чувства? Или же Сакс думает, что в отсутствие коры свет гаснет полностью и любое лишенное ее создание будет вовсе лишено всякого опыта, даже если оно обладает какими-то моделями поведения? У большинства животных, особенно животных, описанных в этой книге, нет коры больших полушарий. Вопрос стоит следующим образом: их опыт в корне отличается от нашего или же они вообще никакого опыта не имеют?

Некоторые люди действительно думают, что в отсутствие коры больших полушарий невозможен и опыт. Что ж, может, в итоге мы все придем к такому выводу, однако я в этом сомневаюсь<sup>[22]</sup>. Нам нужно целенаправленно избегать привычки думать, будто все формы опыта должны быть во всех отношениях похожи на человеческий. Когда слово «сознание» используют для описания крайне широкого понятия чувственного опыта, запутаться очень легко. Однако термин «сознание» или какую-нибудь его модификацию («феноменальное сознание») сегодня чаще всего используют именно в этом широком смысле. Ладно, не буду привередничать, тем более что идеальной терминологии не существует. Хотя, наверное, «чувствительность» была бы хорошим термином для отсылки к этой более широкой концепции. Мы могли бы спросить: «Какие животные обладают чувствительностью?» – и это было бы не то же самое, что поинтересоваться, какие из них обладают сознанием. Но «чувствительность» часто употребляют в отношении отдельных *видов* опыта: удовольствия, боли и близких к ним ощущений, которые могут оцениваться как приятные или неприятные. Этот опыт, безусловно, важен, и, вероятно, есть смысл предполагать, что он может иметь место и в отсутствие высших уровней сознания. Однако не исключено, что это не единственная разновидность элементарного, простого опыта. В последующих главах я рассмотрю вероятность того, что чувственная и оценочная сторона опыта в некотором роде разные вещи: фиксировать то, что происходит, вовсе не то же самое, что оценивать, плохо это или хорошо. Слово «чувствительность» не всегда обозначает чувственный аспект опыта.

Есть еще один, причем довольно неуклюжий, термин – «субъективный опыт». Определение кажется избыточным (разве есть какой-то другой вид опыта?), и от него не произведешь удобного прилагательного вроде «сознающий» или «чувствующий». Но само понятие «субъективный опыт» указывает в верном направлении, обращая к идее *субъекта*. В каком-то смысле эта книга посвящена эволюции субъективности – что это такое и откуда взялось. Субъект – то место, где размещается опыт.

Иногда я буду говорить исключительно о разуме; думаю, именно это нам предстоит осмыслить в процессе повествования – эволюцию разума и его место во вселенной. Я буду переключаться между терминами без какой-то особой системы. Существующее сегодня понимание еще не позволяет настаивать на выборе конкретного языка.

Теорию, которую я пытаюсь развить, можно описать по-разному, но это непросто, с какой стороны ни посмотри. Своей работой я намереваюсь показать, что совокупность процессов – не психических и не сознательных в своей основе – каким-то образом способна организоваться так, что из нее начинает произрастать чувственный опыт. Иначе говоря, часть бессмысленной активности, которой кишит наша вселенная, как-то складывается в разум.

Дуализм, панпсихизм и многие другие философские течения считают это невозможным: нельзя создать разум – и, уж конечно, разум во всей его полноте – из чего-то другого, из элементов, которые вообще не имеют никакого отношения к психике. Либо разум у нас пронизывает все сущее, либо же его нужно добавить «сверху» – не в буквальном смысле сверху, но приплюсовать к физической системе, которая, в принципе, и без него была бы законченной. Однако я уверен, что создать разум из чего-то иного возможно – такое вполне под силу эволюции. Из слияния и соединения объектов, которые сами по себе неразумны, может появиться разум. Разум – продукт эволюции, порожденный организацией других, неразумных природных элементов. Тема этой книги – зарождение разума.

Я сказал, что разум – продукт эволюции и *нечто созданное* (something built), но я хочу с самого начала предостеречь от распространенной ошибки. Материалистическое мировоззрение отнюдь не подразумевает, что разум – *результат* физических процессов, которые происходят в мозге, их следствие или их продукт. (А вот Гексли, кажется, именно так и думал.) Напротив, смысл в том, что опыт и другие психические проявления – по сути своей биологические, то есть физические, процессы определенного рода. Наш мозг есть особая конфигурация материи, а также происходящей в ней энергетической активности. Такое устройство – продукт эволюции; формировалось оно постепенно. Но это устройство и эти процессы не *основа* разума – именно они и есть разум. Процессы, которые происходят в мозге, не порождают мышление и опыт; *они сами* – мышление и опыт.

Мне предстоит осуществить проект биологический и материалистический – показать, что описанная выше точка зрения имеет право на существование, и вполне вероятно, что все устроено именно так. Цель моей книги – продвинуться по этому пути как можно дальше. Конечно же, я не надеюсь, что загадка разрешится одним лишь росчерком пера или ответ на нее появится, как кролик из шляпы фокусника. По ходу повествования я хочу наметить перспективный путь, набросать решение, которое в первом приближении сложит три детали головоломки в картину, по моему мнению, имеющую смысл. Однако не на все вопросы найдется ответ, и не все загадки будут решены. А что будет дальше, образно описывает цитата, которая вдохновляла меня все годы моего писательства и которая послужила бы прекрасным эпиграфом к этой книге. Она вышла из-под пера Александра Гротендика, математика:

Море наступает незаметно и тихо; кажется, что ничего не происходит и ничего не меняется. ... Но в конце концов оно окружает упрямый объект, который постепенно становится полуостровом, потом островом, затем островком и в итоге полностью уходит под воду, словно растворившись в океане, простирающемся вдаль насколько хватает глаз<sup>[23]</sup>.

Гротендик работал над крайне абстрактной проблемой – абстрактной даже по стандартам чистой математики. Приведенный выше абзац описывает подход, которого он придерживался в своей области исследований. Кажется, что задачу, стоящую перед нами, не решить обычными методами. Но тогда мы будем решать ее, накапливая знания в смежных областях, надеясь, что в итоге загадка трансформируется и растворится. Задача будет переформулирована и со временем станет постижимой. Образ, который Гротендик выбрал для описания этого процесса, – погружение объекта в воду.

Я держал его в голове довольно долго. Я не считаю, подобно некоторым из философов, что загадки, с которыми мы сталкиваемся, исследуя разум, – чистые иллюзии, разрешить которые можно, всего лишь думая о них иначе. Нам необходимы новые знания. И пока мы их накапливаем, сама проблема меняет форму и исчезает.

Найденный Гротендиком образ кажется таким удачным, что поначалу я даже хотел взять его в качестве эпиграфа. Но сейчас, во времена, когда тающие полярные льды быстро нагревающейся Земли крадут у нас драгоценные тихоокеанские острова, он обрел новые, малопри-

ятные коннотации<sup>[24]</sup>. Теперь мне уже не хочется начинать им книгу. Тем не менее метафора Гротендика по-прежнему направляет ход моих мыслей, а перспектива, описанная в ней, подсказывает, как наилучшим образом выстроить повествование. «Метазоа» подходит к проблеме тела-разума, изучая природу жизни, историю животного мира и образ жизни животных, которые сегодня сосуществуют с нами бок о бок. Изучая животный мир, мы наращиваем знания вокруг центральной проблемы и наблюдаем, как она трансформируется и оседает.

Эта книга – продолжение проекта, начатого в другой моей книге, которая называется «Чужой разум». В ней я изучал эволюционный путь и разум конкретной группы животных – головоногих, в сообщество которых входят и осьминоги. «Чужой разум» начинается с описания встреч с этими животными в воде, во время погружений с аквалангом и маской. Знакомство с осьминогами в их естественной среде обитания, во всей их изменчивой и текучей сложности, пробудило во мне желание понять, что происходит у них в голове. Я принялся изучать их эволюционный путь, который уходит вглубь веков к ключевому событию в истории животных, давнему разветвлению генеалогического древа жизни. Эта развилка, наметившаяся более полумиллиарда лет назад, направила одну ветвь к осьминогу (и не только), а другую – к нам.

Некоторые идеи касательно разума, тела и опыта были очерчены уже в книге «Чужой разум», вдохновленной наблюдениями за осьминогами. Здесь эти идеи будут развиты и дополнены. Это стало возможно благодаря более пристальному вниманию к философским граням проблемы, изучению отдаленных ветвей древа жизни, а также часам погружений и наблюдений за другими нашими меньшими братьями. В «Чужом разуме» я все время возвращался к осьминогам, но в этой книге буду продвигаться вперед в компании других видов; одни находятся ближе к нам на эволюционном древе, а другие – дальше. Для некоторых из них я тоже был существом, за которым они могли наблюдать и узнавать его, для других мое присутствие было лишь смутным сном. К концу книги мы перейдем к изучению наших ближайших родичей, чьи тела и разумы напоминают наши собственные. Но все-таки в моем историческом повествовании основное внимание будет уделено ранним стадиям эволюции, и цель его – понять, как на Земле появился опыт – сначала в воде, а затем на суше.

Таким и будет наше путешествие. Мы пойдем – поползем, полетим, поплывем – сквозь историю животного мира с самого ее начала, следуя по стопам ряда ныне живущих созданий. Мы будем учиться у них, постигая, что ощущают и как функционируют их тела, как они взаимодействуют с миром. С их помощью мы попытаемся понять не только происхождение, но и различные формы субъективности, существующие в наши дни. Я не претендую на то, чтобы объять необъятное и описать все разнообразие животного мира. Я сфокусируюсь на тех его представителях, которые отмечают собой ступени эволюции разума, прежде всего те, на которых он впервые появился. Большая часть этих животных – обитатели морей. Так давайте же спустимся по этим ступеням.

## 2. Стеклянная губка

### Башни

Сад губок обычно начинается на небольшой глубине<sup>[25]</sup>, куда легко проникают солнечные лучи, особенно в местах, где ощущается течение. Здесь, где тают краски, открывается вид на заросли неподвижных живых организмов. Одни напоминают чашечки, лампочки, вазы или ветвистые деревья, другие похожи на ручки в толстых варежках – как будто что-то огромное, спрятанное на дне морском, выпростало наружу свои мягкие лапы.

Нежась на мелководье, представьте себе море, которое гораздо холоднее: на сцену ложится тьма, сверху опускаются редкие мерцающие пылинки. На дне океана, в 1000 метров от поверхности, возвышается бледная башня цилиндрической формы примерно 30 сантиметров высотой. Ее окружает группа таких же башенок; все они крепко держатся за дно и немного расширяются кверху, частично приоткрываясь. При такой нежной наружности внутри у каждой губки жесткий каркас, собранный из крошечных деталек. Самые маленькие из них выглядят как звездочки, крючочки и неровные крестики, сплетающиеся в форме башни. Башни держатся за морское дно хрупкими якорьками. Якорьки и крестики состоят из диоксида кремния, из которого делают стекло. Губка, живущая на рифах умеренного климатического пояса или глубоко на дне океана, кажется пассивной и безжизненной, но, если присмотреться, это совсем не так. Стеклянная губка – тихий насос, прокачивающий воду сквозь свое тело. Она ощущает внешнюю среду и реагирует на нее. Тело глубоководной башни – стеклянной губки – проводит свет и электрический заряд, мерцая словно лампочка («эврика!») на дне морском.

## Клетка и шторм

Основа эволюции разума – сама жизнь; не все, что с ней связано, не механизм ДНК, но другие ее свойства. Все началось с клетки.

Первобытная жизнь, до появления животных и растений, была одноклеточной. Растения и животные – это огромные конгломераты клеток. Но и до того, как эти конгломераты сформировались, клетки, скорее всего, не были полностью автономными и жили колониями и группами. Тем не менее каждая клетка была отдельной крошечной сущностью.

Клетка ограничена, у нее есть внутреннее пространство и внешний мир. Граница, отделяющая клетку от внешней среды, называется мембраной; она изолирует клетку не полностью: мембрану пронизывают каналы и отверстия. Через границу в обе стороны без остановки транспортируются различные вещества, а внутри клетки кипит бурная деятельность.

Клетка состоит из материи, из набора молекул. Я точно не знаю, что приходит вам на ум при слове «материя», но зачастую оно вызывает образ чего-то инертного и неповоротливого, а на память приходят всякие тяжелые объекты, которые приходится толкать, чтобы сдвинуть с места. В целом на суше и на соразмерном человеку уровне объектов среднего размера типа столов и стульев дела примерно так и обстоят. Но, когда мы думаем о веществе клеток, нам нужно думать иначе.

Внутри клетки события разворачиваются в *наномасштабе*, где объекты измеряются в миллионных долях миллиметра, а среда, в которой все происходит, – это вода<sup>[26]</sup>. Материя в этой среде ведет себя иначе, чем в нашем сухом мире объектов среднего размера. На микроуровне активность возникает спонтанно, и подталкивать события не требуется. Говоря словами биофизика Питера Хоффмана, внутри каждой клетки бушует «молекулярный шторм» – бесконечная сумятица столкновений, притяжений и отталкиваний.

Представляя себе клетку, полную замысловатых механизмов со своими функциями, нужно помнить, что эти механизмы безостановочно бомбардируются молекулами воды. Объект внутри клетки сталкивается со стремительными молекулами воды примерно каждую десятиллионную долю секунды. Это не опечатка; уровень событий в клетке практически невозможно себе представить. Подобные столкновения отнюдь не безобидны: сила каждого превосходит силу, которую способны приложить органеллы клетки. Все, что может сделать в этой ситуации аппарат клетки, так это подтолкнуть события в одном либо в другом направлении, придавая шторму какую-то когерентность.

Вне водной среды шторм тотчас бы прекратился. На воздухе многие из объектов такого масштаба слипаются в комки, но в воде этого не происходит – там они без остановки двигаются, и активность в клетке возникает как бы сама по себе. Как я уже говорил, мы часто думаем о «материи» как о пассивной и инертной. Однако главная проблема, с которой приходится иметь дело клетке, – не подтолкнуть события, но навести в них порядок, установить некий ритм и смысл в их спонтанном потоке. В подобной ситуации материя вовсе не застывает в безделье, напротив, она рискует сделать слишком много; поэтому задача клетки – упорядочить хаос.

Практически все ассоциации, которые привычно приходят нам на ум, когда мы думаем о материи, – ошибочны, если вопрос касается жизни и того, как она могла появиться. Если бы жизни пришлось эволюционировать на суше из составляющих таких габаритов, как стол или стул, то она никогда бы и не возникла. Но ей этого делать не пришлось: жизнь зародилась в воде – скорее всего, в тонкой пленке на ее поверхности, но тем не менее в воде – в попытках укротить молекулярный шторм.

В истории Земли жизнь появилась сравнительно рано; вероятно, это случилось около 3,8 миллиарда лет назад, тогда как сейчас нашей планете уже 4,5 миллиарда лет от роду<sup>[27]</sup>. Скорее всего, изначально жизнь была не клеточной, однако все равно должен был найтись какой-то

способ удержать, обособить и не дать рассеяться в пространстве некоторой цепи химических превращений. Затем на каком-то этапе появились клетки, поначалу, вероятно, проницаемые и слабо оформленные; со временем, однако, они превратились в нечто вроде бактерий – клеток, которые способны сохранять свою структуру и размножаться.

Но среди всех умений, которые обрели клетки, чтобы поддерживать процесс жизнедеятельности – преобразовывать материю, наводить порядок и методично подчинять себе хаос, ключевым достижением стало укрощение заряда.

## Укрощение заряда<sup>[28]</sup>

Укрощение электрического заряда стало поворотным событием в новейшей истории человечества. В XIX веке электричество перестало быть загадочной, опасной силой, непосредственно проявляющейся в ударах молний, превратившись в технологию, которая вскоре сделала современный мир таким, каким мы его знаем. Если вы читаете эту книгу при электрическом свете или с экрана компьютера, сам акт чтения осуществляется при помощи электричества. Однако этот прорыв в сфере электричества стал не первым в истории. Впервые электрический заряд был укрощен за миллиарды лет до этого, на ранних стадиях эволюции жизни. В клетках и организмах электричество служит средством, с помощью которого осуществляется большая часть внутренних процессов. Это основа активности мозга – ведь наш мозг электрическая система, – да и любой другой активности.

Что же такое *электричество*? Даже многие физики считают этот вопрос трудным. Электрический заряд – базовое свойство материи. Заряд может быть положительным или отрицательным. Объекты с одинаковыми зарядами (положительным и положительным, например) отталкиваются, а с разными (положительным и отрицательным) притягиваются. Вещество обычных объектов содержит как положительные, так и отрицательные заряды. Любой атом – это набор элементарных частиц, причем одни из них заряжены положительно (протоны), другие отрицательно (электроны), а все остальные (нейтроны) не имеют заряда. Обычно атом содержит равное количество электронов и протонов, поэтому сам по себе он заряда не имеет, поскольку положительные и отрицательные заряды внутри него уравнивают друг друга.

Способность электричества притягивать и отталкивать чрезвычайно сильна. Вот как об этом в своих лекциях по физике говорит неподражаемый Ричард Фейнман:

...все вещество является смесью положительных протонов и отрицательных электронов, притягивающихся и отталкивающихся с неимоверной силой. Однако баланс между ними столь совершенен, что, когда вы стоите возле кого-нибудь, вы не ощущаете никакого действия этой силы. А если бы баланс нарушился хоть немножко, вы бы это сразу почувствовали. Если бы в вашем теле и в теле вашего соседа (стоящего на расстоянии вытянутой руки от вас) электронов оказалось бы всего на 1 % больше, чем протонов, то сила вашего отталкивания была бы невообразимо большой. Насколько большой? Достаточной, чтобы поднять небоскреб? Больше! Достаточной, чтобы поднять гору Эверест? Больше! Силы отталкивания хватило бы, чтобы поднять «вес», равный весу нашей Земли!<sup>[29]</sup>

В смеси заряженных частиц, из которых состоит обычное вещество, электроны – отрицательно заряженные частицы – находятся снаружи атомов, а протоны (вместе с нейтронами) внутри. Атом может приобретать или терять электроны, и тогда он становится *ионом*. Ион – это атом (а иногда молекула, состоящая из нескольких атомов), заряд которого не сбалансирован из-за такого приобретенного или потерянного электрона, а следовательно, у него есть собственный заряд. Многие химические вещества, растворяясь в воде, испускают ионы, которые отправляются в самостоятельное плавание. *Соленая вода* – это вода с растворенными в ней ионами. Каждая капелька морской воды содержит бесчисленное множество ионов, взаимодействующих друг с другом и с молекулами воды, притягиваясь и отталкиваясь.

Электрический ток – это движение положительно либо отрицательно заряженных частиц. Когда по металлическим проводам пропускают ток, движутся только электроны, а все осталь-

<sup>5</sup> Перевод с английского Г. И. Копылова и Ю. А. Симонова.

ные частицы, из которых состоят атомы проводов, остаются на месте. Электрический ток, на котором основаны современные технологии (освещение, двигатели, компьютеры), по большей части работает именно так. Но ток может выглядеть и как движение целых ионов. Если положительно или отрицательно заряженные ионы, растворенные в воде, подтолкнуть к движению в определенном направлении, мы получим электрический ток. Движение ионов не запускает ток, оно само *и есть* ток. Любая емкость с соленой водой может проводить ток, если вам каким-то образом удастся заставить ионы нужного вида двигаться в заданном направлении. В живых системах, в отличие от человеческих изобретений, электрический ток выглядит именно так.

Электрический заряд – это еще не жизнь и не разум, но он порождает множество событий как в неживой, так и в живой природе. Все живое работает на электричестве, улавливая, всасывая, группируя и высвобождая ионы.

Клеточная мембрана отделяет внутреннюю среду клетки от внешней, не давая им смешиваться, но в мембране имеются каналы, избирательно пропускающие некоторые вещества. В основном это *ионные каналы*. Иногда канал просто позволяет ионам пересекать границу (возможно, при соблюдении определенных условий), но иногда клетка активно всасывает ионы через мембрану.

Та или иная разновидность ионных каналов – общая черта всех клеточных форм жизни, включая бактерии. Зачем бактериям понадобилось создавать особые проходы для ионов, не совсем понятно. Первоначально каналы могли появиться, чтобы позволить клетке регулировать уровень своего электрического заряда относительно внешней среды – настраивать его, а не только укрощать. Но коль скоро трафик сквозь границу живой системы налажен, он начинает исполнять и другие функции. Поток ионов, например, способен служить простейшей формой восприятия: предположим, контакт с неким химическим веществом снаружи клетки открывает канал, сквозь который проникают ионы; попав внутрь, эти заряженные частицы запускают в клетке определенную цепь событий.

Кроме того, ионные каналы, осуществляющие транспортировку веществ в обе стороны сквозь клеточную мембрану, одарили клетку новой, причем очень важной способностью. Она называется *раздражимостью*. Каналы контролируют поток заряженных частиц, но ими самими тоже можно управлять – открывать их и закрывать. Клетка контролирует активность каналов с помощью химического либо физического воздействия, но также и посредством самого электрического заряда. Потенциал-зависимые ионные каналы открываются в ответ на электрические явления, к которым они чувствительны. В результате запускается цепная реакция – поток заряженных частиц усиливается и выходит за пределы клеточной мембраны.

Новая способность не кажется какой-то особенно значимой, сфера ее применения не так очевидна, как у описанного выше механизма, в рамках которого поток ионов реагирует на химические вещества, встречающиеся на ее пути. Но потенциал-зависимые ионные каналы помогают клетке сделать следующий шаг в развитии, обеспечивая ее *потенциалом действия*. Потенциал действия представляет собой непрерывную цепную реакцию изменений в мембране клеток, в частности клеток человеческого мозга. Проникая в клетку, положительно заряженные ионы воздействуют на ионные каналы по соседству, те открываются, внутрь клетки проникает еще больше ионов – и так далее. По мембране распространяется волна электрической пульсации. Потенциал действия – явление сродни электрическому разряду, и клетки мозга, задетые им, как говорят нейробиологи, «вспыхивают». Это становится возможным благодаря потенциал-зависимым ионным каналам.

В потенциал-зависимых ионных каналах на внутренний контроллер клетки воздействуют электрические заряды – электрический ток контролируется электрически. Это принцип работы транзистора. В начале раздела я упоминал технологические прорывы XIX века, которые поставили электричество на службу человеку. Еще один такой прорыв случился в XX веке благодаря

изобретению транзистора. Кремниевые микросхемы в компьютерах и смартфонах – это как раз набор транзисторов, крошечных переключателей. Транзистор был изобретен около 1947 года в лабораториях Белла в США, хотя их первенство и оспаривается. Первый транзистор лаборатории Белла был размером около 2,5 см, но с тех пор его постоянно дорабатывали и уменьшали. И точно такой же девайс был изобретен миллиарды лет тому назад в процессе эволюции бактерий.

Если бактерии изобрели транзисторы, что они с ними делали?<sup>[30]</sup> Зачем им-то нужно было контролировать электричество с помощью электричества? Насколько я знаю, научное сообщество не пришло к общему мнению по этому вопросу. Бактерии могли использовать свои биотранзисторы для поддержания электрохимического баланса в клетке – или для контроля передвижения в водной среде. Каналы, чувствительные к химическому составу внешней среды, могли оказаться чувствительными и к электрическому заряду, и бактерии, формирующие колонии в виде «биопленок», научились передавать сигналы от клетки к клетке с помощью ионов. Но у бактерий нет потенциала действия, подобного цепной реакции в мозге человека, и ситуация кажется мне довольно странной. Несколько миллиардов лет тому назад природа изобрела электронное устройство, без которого невозможны современные компьютерные технологии, – сложное и требующее ресурсов устройство – и оснастила им бактерии, но бактерии, похоже, не так чтобы часто используют его для вычислений.

Как бы там ни было, появление потенциал-зависимого ионного канала – поворотный момент в укрощении заряда. Как я уже говорил, у этих каналов нет какого-то одного очевидного применения. В каком-то смысле то же самое касается и транзистора; как раз в этом и заключается одно из основных преимуществ того и другого. Транзистор – простой инструмент контроля, устройство, с помощью которого можно сделать так, чтобы событие в *одном* месте гарантированно и быстро вызывало событие в *другом*. О каких событиях идет речь, не так уж важно, – сгодится все. Благодаря потенциал-зависимым ионным каналам, обеспечивающим потенциал действия, активность клетки приобретает «цифровое» качество; нейрон либо вспыхивает, либо не вспыхивает: да или нет, единица или ноль. Не у всех животных есть нейроны, способные так вспыхивать; существуют и другие типы нервных систем, которые работают на низком уровне раздражимости, но эта цифровая характеристика определенно полезна. Примечательно, что это регулировочное устройство было изобретено так давно, когда сфера его современного применения эволюции даже не мерещилась.

В дни вездесущих компьютеров и искусственного интеллекта отношения между живыми системами и электронными устройствами неизбежно вызывают интерес. Неужели живые существа и компьютеры различаются только материалом, из которого сделаны? Сходство между ними есть, и оно бывает довольно неожиданным, но не менее важно признавать и отличия. И одно из них заключается в том, что компьютеру никогда не придется заботиться о том, чем прежде всего занята живая клетка. Основная задача клетки – поддерживать свое существование, заботиться о непрерывном поступлении энергии, осуществлять привычную жизнедеятельность в условиях распада и изменения веществ. В живых системах активность, которой заняты и компьютеры, – переключение электрических цепей и «обработка данных» – только малая часть множества взаимосвязанных химических процессов. Все, что происходит в клетках, происходит в жидкой среде и подвержено превратностям молекулярного шторма; клетка вынуждена отвлекаться на химические процессы, которыми заняты все живые системы. А когда мы собираем компьютер, мы хотим, чтобы он выполнял операции унифицированные и однообразные, – мы собираем систему, которая в идеале вообще не должна отвлекаться на непродуктивные химические процессы.

Вышесказанное актуально и в том случае, если посмотреть на ситуацию шире. В первых главах книги я стараюсь описать всю сложность строения клеток и простых организмов, а также процессов, происходящих внутри них. В этой связи меня нередко посещал объяснимый

соблазн использовать слово «механизм» – ведь мы изучаем механизмы восприятия, механизмы раздражимости. Я пишу и каждый раз сомневаюсь: не стереть ли его? Несомненно, в широком смысле слова потенциал-зависимые ионные каналы – это детали механизма; то же самое можно сказать как о нервах, так и о мозге. Отрицая этот постулат, мы уклоняемся в сторону дуалистических (душа плюс тело) или виталистических (жизненная сила) взглядов. Поэтому я разрешил себе его использовать. Однако нельзя упускать из виду и отличия машин от живых систем. Жизненные процессы клетки подразумевают укрощение молекулярного шторма и хаотичного движения ионов. Это совершенно не похоже на то, что происходит в любой спроектированной человеком машине. Собирая машины, мы стремимся сделать их предсказуемыми, хотим, чтобы они выполняли строго определенные функции, пусть даже потом мы используем их для симуляции хаотических событий. Ссылаться на хитроумное устройство клетки как на «механизм» в каких-то случаях уместно, а в каких-то нет.

В арсенале свойств тех форм жизни, что существовали до появления животных, есть одно, которое мне хотелось бы выделить особо. Я его уже касался, но теперь хочу поместить в центр внимания. Это свойство – *двустороннее сообщение* между живыми системами и средой. Здесь имеется в виду и уже упоминавшийся поток ионов, и поглощение органических веществ, и удаление отходов. Клетки обособлены, но не изолированы от мира. Клеточные формы жизни *сообщаются с внешней средой*, и это крайне важно.

У этого двустороннего обмена есть как метаболическая сторона – клетка получает энергию и использует ее для поддержания жизни, – так и информационная. Какие-то поступления извне важны сами по себе (прежде всего пища), зато другие могут предостеречь, подсказать или сообщить некую важную информацию. Метаболическая сторона этого двустороннего обмена – непереносимое условие продолжения жизни. Жизнедеятельность организма невозможна в отрыве от энергетического потока, который начинается и заканчивается вовне<sup>[31]</sup>. Моя коллега Маурин О'Мэлли великолепно сформулировала эту мысль; соединив химический термин с образом из совершенно другой области, она сказала: чтобы жить, нужно научиться существовать «на окислительно-восстановительных американских горках, постоянно отдавая и получая»<sup>[32]</sup>. (В процессе окислительно-восстановительной реакции молекулы обмениваются электронами.) О'Мэлли хотела подчеркнуть, что чувствительность к событиям и изменениям во внешней среде – неотъемлемая характеристика живых организмов. У них нет возможности задраить все люки, они открыты миру в силу своей потребности в энергии. Открывшись миру, живые системы неизбежно будут испытывать на себе его влияние. А так как происходящее снаружи влияет на живую систему, эволюция обязательно попытается как-то эту чувствительность использовать: организмам часто удается отыскать способ реагировать на происходящее так, чтобы поставить его на службу своим целям, какими бы примитивными они ни были. Все известные клеточные формы жизни, не исключая и крошечных бактерий, обладают способностью ощущать мир и реагировать на него. Ощущение, как минимум в самых его базовых формах, старо как мир и встречается повсеместно<sup>[33]</sup>.

## Многоклеточные

Перечисленные идеи составляют одну из двух основных тем второй главы. Живые клетки – физические объекты, но они не похожи ни на один другой знакомый нам объект. Они окружают себя мембраной, чтобы сдержать шторм активности и придать ему форму. Они заключены внутри своих границ, но вся их жизнь зависит от того, что проникает сквозь эти границы. Самоопределяющаяся и самоподдерживающаяся клетка – это *самость*

## **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.

## Комментарии

### 1.

Основным источником сведений об истории батибиуса для меня стала статья Филипа Ф. Рехбока "Huxley, Haeckel, and the Oceanographers: The Case of *Bathybius haeckelii*," *Isis* 66, no. 4 (1975): 504–33. Работа Гексли, опубликованная в 1868 году в *Quarterly Journal of Microscopical Science* (n. s.) 8 (1868): 203–12, называется «О некоторых организмах, живущих на большой глубине в Северном Атлантическом океане». В ней Гексли пишет, что эта самая субстанция и есть «протоплазма», и дает ей имя *Bathybius Haeckelii* (используя не строчную, как принято при наименовании видов, а заглавную – как и у меня в тексте).

### 2.

Сведения о Геккеле я почерпнул из его биографии: Robert J. Richards, «The Tragic Sense of Life: Ernst Haeckel and the Struggle Over Evolutionary Thought» (Chicago: University of Chicago Press, 2008), а также из недавно опубликованного эссе: Georgy S. Levit, Uwe Hossfeld, "Ernst Haeckel in the History of Biology," *Current Biology* 29, no. 24 (2019): R1276–84. Там же (pp. R1272–76) вышла работа, посвященная известным иллюстрациям Геккеля: Florian Maderspacher, "The Enthusiastic Observer – Haeckel as Artist," где в том числе обсуждаются сомнения в их точности.

### 3.

Самое известное заявление Дарвина на эту тему – осторожное соображение, высказанное в письме 1871 года к Дж. Д. Гукеру: «Часто говорят, что все необходимые для создания живого организма условия, которые могли когда-то существовать, имеются и в настоящее время, но если (ох, какое это большое «если») представить себе, что в каком-то маленьком и теплом пруду, содержащем всевозможные аммонийные и фосфорные соли, при наличии света, тепла, электричества и так далее образовался бы химическим путем белок, готовый претерпеть еще более сложные превращения, то в наши дни такой материал непрерывно пожирался бы или поглощался бы, чего не могло случиться до того, как появились живые существа» (Дарвин – Гукеру, Даун, Кент, 1 февраля 1871 г, Darwin Correspondence Project, [darwinproject.ac.uk/letter/DCP-LETT-7471.xml](http://darwinproject.ac.uk/letter/DCP-LETT-7471.xml)).

### 4.

Согласно Рехбоку, Гексли отрицал, что из его работ можно сделать такой вывод.

### 5.

С 1735 года и далее «*Systema Naturae*» Линнея издавалась во множестве редакций. В последних редакциях в нее включены не только растения, но также животные и минералы.

### 6.

См.: Hogg, "On the Distinctions of a Plant and an Animal and on a Fourth Kingdom of Nature," *Edinburgh New Philosophical Journal* (n. s.) 12 (July – Oct. 1860): 216–25. Хогг, как я уже говорил, считал границы между царствами живого расплывчатыми, но между живым и неживым проводил четкую грань; на своей схеме он разделил их особенно жирной линией.

### 7.

Даже этот термин сегодня кажется спорным, поскольку не описывает какой-то определенной ветви дерева жизни (протисты – «парафилетическая» группа). Значительная доля терминологии, используемой в этой книге, является спорной по той же причине. Но освещать поднятые темы, не употребляя слова «рыба» или «ракообразное», которые вызывают те же вопросы, – непростая задача.

**8.**

См., в частности, труд Аристотеля «О душе». Толкования этой работы противоречивы; я не считаю взгляды Аристотеля дуалистическими, но существует и дуалистическое прочтение Аристотеля; к тому же трактат «О душе» содержит немало темных мест. См.: Christopher Shields, "The First Functionalist," в *Historical Foundations of Cognitive Science*, ed. J.-C. Smith (Dordrecht, The Netherlands: Kluwer, 1990), 19–33.

**9.**

Здесь я опираюсь на работу Гэри Хатфилда "René Descartes", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, ed. Edward Zalta, Summer 2018, [plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/descartes](http://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/descartes). Воззрения Декарта тоже толкуют по-разному; к тому же Декарт опубликовал не все свои размышления на данную тему. Хатфилд пишет: «Рассуждая о живых существах в механистическом ключе, Декарт не отрицал разницы между живым и неживым, но он действительно провел новую границу между одушевленными и неодушевленными существами. С его точки зрения, из всех земных созданий души есть только у людей. Таким образом, он уравнивал душу и разум: душа отвечала за интеллект и волю, в том числе осознаваемый чувственный опыт, осознанное восприятие образов и осознанные воспоминания». Здесь я хочу поблагодарить Элисон Симмонс, которая помогла мне разобраться в теме.

**10.**

Здесь я многое позаимствовал из работы Тревопа Пирса «'Protoplasm Feels': The Role of Physiology in Charles Sanders Peirce's Evolutionary Metaphysics», *HOPOS: The Journal of the International Society for the History of Philosophy of Science* 8, no. 1 (2018): 28–61. Номинально статья посвящена философу Ч. С. Пирсу, но охватывает более широкий круг проблем. Слова Уильяма Карпентера тоже взяты из текста Пирса. Слова Гексли, что «организация материи есть результат жизни, а не жизнь есть результат организации материи», процитированы в работе Рехбока, посвященной батибиусу, и взяты из курса лекций Гексли о беспозвоночных (1868), изданного Британским Медицинским журналом. Согласно Пирсу, Геккель поначалу с осторожностью подходил к вопросам о разуме, но начиная с середины 1870-х начал приписывать чувствительность самой материи: "У каждого атома есть ощущения и способность к передвижению», – цитирует Пирс.

**11.**

Давняя философская традиция убеждает нас, что самая обычная материя содержит в себе скрытые миры – сложные и, вероятно, бесконечные. Философ XVII века Готфрид Лейбниц утверждал, что материя должна быть устроена именно так. Съездив в Голландию, Лейбниц заглянул в один из левенгуковских микроскопов, хотя и утверждал, что у него имеются и более общие резоны настаивать на существовании миров внутри миров. В общем, идея скрытой структуры микроскопического уровня лежала на поверхности. Но я подозреваю, что люди, рассматривавшие клетки в микроскоп во времена Дарвина и Гексли, даже если и знали о существовании подобных теорий, всерьез их не воспринимали. В конце концов, они смотрели на крошечную прозрачную кляксу, и эта прозрачная клякса вытворяла удивительные вещи. Ну как тут не подумать о протоплазме!

**12.**

На некоторых из наилучших иллюстраций Геккеля изображены представители биологических видов, обнаруженных этой экспедицией; см.: «Art Forms from the Abyss: Ernst Haeckel's Images

from the Challenger Expedition», ed. Peter J. le B. Williams et al. (Munich: Prestel, 2015). Эми Райс предполагает, что батибийус все-таки мог быть органическим веществом, скорее всего остатками планктона, но, конечно, не особой формой жизни ("Thomas Henry Huxley and the Strange Case of Bathybius haeckelii; A Possible Alternative Explanation," *Archives of Natural History* 2 (1983): 169–80).

**13.**

См. труд Геккеля "Bathybius and the Moners," *Popular Science Monthly* 11 (October 1877): 641–52. Здесь он практически слово в слово повторяет за Гексли: «Следовательно, не жизнь есть результат организации – верно обратное».

**14.**

В заметке "How You Consist of Trillions of Tiny Machines," *The New York Review of Books*, July 9, 2015, Тим Фланнери пишет: "Не менее 400 миллионов рибосом может уместиться в одной-единственной точке в конце предложения, напечатанного в *The New York Review*." Четыреста миллионов? Я не мог не попытаться пересчитать заново. Вот результаты моих вычислений. Если сравнивать площадь (проигнорировав наложения и пустое пространство), то диаметр рибосомы эукариотической клетки составляет примерно 25 нанометров – 25 миллионных миллиметра. Круг такого же диаметра имеет площадь примерно 500 нм<sup>2</sup>. Диаметр точки равен примерно трети миллиметра, а отсюда ее площадь равна примерно 85 миллиардам нм<sup>2</sup>. Исходя из величины площади, на одну точку придется примерно 170 миллионов рибосом. Учитывая, что точки могут немного отличаться по размеру, а рибосомы могут принимать разные формы, можно утверждать, что наши вычисления в целом верны.

**15.**

См. статью Нагеля «What Is It Like to Be a Bat?», *The Philosophical Review* 83, no. 4 (1974): 435–50. [Русский перевод: Нагель Т. Каково быть летучей мышью? // Глаз разума / Сост.д. Хофштадтер, Д. Деннетт. – Самара: Бахрах-М, 2003. С. 349–360. – Прим. ред.]

**16.**

Взгляды Нагеля изложены в эссе «Панпсихизм», опубликованном в его книге «Mortal Questions», (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1979), 181–95. Гален Стросон также горячий приверженец этого подхода; см.: "Realistic Monism: Why Physicalism Entails Panpsychism," *Journal of Consciousness Studies* 13, no. 10–11 (2006): 3–31. Дэвид Чалмерс больше склоняется к родственному течению, которое он называет «панпротопсихизм»; см.: "Panpsychism and Panprotopsychism," в *Consciousness in the Physical World: Perspectives on Russellian Monism*, ed. Torin Alter and Yujin Nagasawa (Oxford, UK: Oxford University Press, 2015). Простое и понятное толкование понятия предложено в интервью Филипа Гоффа Гарету Куку в журнале *Scientific American*, January 14, 2020, [scientificamerican.com/article/does-consciousness-pervade-the-universe](https://www.scientificamerican.com/article/does-consciousness-pervade-the-universe).

**17.**

Он называется «эпифеноменализм». Гексли изложил свои аргументы в его защиту (которые не всегда легко понять) в заметке 1874 года «О гипотезе, что животные – это автоматы, и о ее истории», см: "On the Hypothesis that Animals Are Automata, and Its History," *Collected Essays*, vol. 1 (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2011), 199–250.

**18.**

См.: "Materialism and Qualia: The Explanatory Gap," *Pacific Philosophical Quarterly* 64 (1983): 354–61. Гексли иногда приписывают первое обращение к этой проблеме, но я думаю, что он имел в виду нечто менее конкретное: «Почему нечто столь удивительное, как состояние сознания, возникающее в результате раздражения нервной ткани, так же непостижимо, как явление джина из лампы Аладдина» (*Lessons in Elementary Physiology* (London: Macmillan, 1866), 193).

**19.**

Термин применяется для описания целого ряда родственных философских течений. Геккель тоже называл себя монистом; его панпсихизм был скорее разновидностью монизма. См.: "Our Monism: The Principles of a Consistent, Unitary World-View," *The Monist* 2, no. 4 (1892): 481–86.

**20.**

Этот вопрос подробнее обсуждается в моей работе «Материализм в прошлом и в настоящем», планирующейся к изданию в сборнике статей, посвященных теории разума Дэвида Армстронга и развитию материализма в XX веке.

**21.**

См.: "The Abyss," *The New Yorker*, September 24, 2007.

**22.**

Если не принимать в расчет животных и сосредоточиться исключительно на людях, интересные данные приводит нейрочеловек Бьёрн Меркер. Он изучал детей, которым приходится жить с тяжелым диагнозом гидранэнцефалии. В этом состоянии кора больших полушарий и многие другие области мозга практически полностью отсутствуют, часто из-за пережитого во внутриутробном периоде инсульта. Эти дети – глубокие инвалиды во многих отношениях, и, скорее всего, им не свойственна психическая жизнь, знакомая большинству из нас. Но неужели у них вообще нет никакого опыта? Меркер считает, что это маловероятно, и доказательство тому – их улыбки и смех, неустойчивая, но очевидная способность взаимодействовать с близкими людьми. Меркер считает, у нас нет оснований полагать, что отсутствие у этих детей коры мозга начисто лишает их переживания опыта. Аргументы Меркера кажутся мне убедительными. С ними можно подробнее ознакомиться в его статье "Consciousness Without a Cerebral Cortex: A Challenge for Neuroscience and Medicine," *Behavioral and Brain Sciences* 30, no. 1 (2007): 63–81. Антонио Дамасио также утверждает, что переживание опыта не обязательно связано с корой мозга; см.: Damasio and Gil B. Carvalho, "The Nature of Feelings: Evolutionary and Neurobiological Origins," *Nature Reviews Neuroscience* 14 (2013): 143–52.

**23.**

Высказывание Гротендика см. в его работе *Récoltes et Semailles*, p. 553, написанной на французском языке. Французский текст выложен на веб-сайте [ncatlab.org/nlab/show/Récoltes+et+semailles](http://ncatlab.org/nlab/show/Récoltes+et+semailles). В дискуссиях чаще всего ссылаются на английский перевод этого отрывка, приведенный в статье Colin McLarty, "The Rising Sea: Grothendieck on Simplicity and Generality," в сборнике *Episodes in the History of Recent Algebra (1800–1950)*, ed. Jeremy J. Gray and Karen Hunger Parshall (Providence, RI: American Mathematical Society, 2007). Перевод, который даю я, несколько отличается (с ним мне помогала Джейн Шелдон). Я не математик и не претендую на развитие математической мысли Гротендика.

**24.**

Расскажу чуть больше об отрывке из книги Мелвилла, который в итоге послужил эпитафией к этой книге. Джон Уиклиф, английский богослов XIV века, был одним из первых критиков католической церкви. Он скончался от естественных причин и был похоронен, но тридцать лет спустя папа римский приказал выкопать его прах и сжечь, а пепел выбросить в реку. В первом американском издании «Моби Дика» Мелвилл упоминал на месте Уиклифа (Томаса) Крэнмера. Крэнмер – еще один английский реформатор, живший почти на столетие позже, как раз в эпоху Реформации; его сожгли на костре. Критики считают, что Мелвилл, во исправление ошибки, сам заменил Крэнмера на Уиклифа, который появляется в английской редакции. В английской редакции также отсутствует слово «пантеистический», но в некоторых поздних редакциях оно появляется снова, по сути объединяя английскую и американскую версии. Я благодарен Джону Брайанту за помощь в этом вопросе.

**25.**

Я дал некоторым главам названия, повторяющие названия музыкальных композиций, которые вдохновляли меня в процессе работы над книгой. Название второй главы отсылает к альбому Лорена Шасса и Джима Хейнса (группа «Coelacanth»), вышедшему в 2003 году.

**26.**

Большую часть материала следующих двух страниц я почерпнул в книге Питера Хоффмана «Life's Ratchet: How Molecular Machines Extract Order from Chaos» (New York: Basic Books, 2012), а также в следующих статьях: Peter B. Moore, "How Should We Think About the Ribosome?", *Annual Review of Biophysics* 41 (2012): 1–19, и Derek J. Skillings, "Mechanistic Explanation of Biological Processes," *Philosophy of Science* 82, no. 5 (2015): 1139–51.

**27.**

Доступный разбор новейших научных взглядов в этой сфере представлен в книге Ника Лейна «The Vital Question: Why Is Life the Way It Is?» (London: Profile, 2015).

**28.**

Заголовок этой части перекликается с названием классического труда Яна Хакинга «Taming of Chance» (Укрощение случая), посвященного истории теории вероятности (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1990). В каком-то смысле клетке тоже пришлось укрощать случай (эту тему затрагивает и Хоффман в книге «Life's Ratchet»).

**29.**

Lectures on Physics, vol. 2, chap. 1, "Electromagnetism," [feynmanlectures.caltech.edu/II\\_01.html](http://feynmanlectures.caltech.edu/II_01.html). Фейнмановские лекции по физике полностью, легально и бесплатно доступны по ссылке [feynmanlectures.caltech.edu/index.html](http://feynmanlectures.caltech.edu/index.html).

**30.**

См.: Peter A. V. Anderson, Robert M. Greenberg, "Phylogeny of Ion Channels: Clues to and Function," *Comparative Biochemistry and Physiology Part B* 129, no. 1 (2001): 17–28; а также Kalypso Charalambous, B. A. Wallace, "NaChBac: The Long Lost Sodium Channel Ancestor," *Biochemistry* 50, no. 32 (2011): 6742–52. Сравнение с транзистором позаимствовано из работы Фреда Сигворта "Life's Transistors," *Nature* 423 (2003): 21–22; о передаче сигналов внутри биопленок см.: Arthur Prindle et al., "Ion Channels Enable Electrical Communication Within Bacterial Communities," *Nature* 527 (2015): 59–63.

**31.**

На мое мнение по этому вопросу повлияло выступление Джона Аллена на коллоквиуме имени Артура Сэклера, организованном Национальной академией наук США в 2014 г. Природа живых систем – способ их существования в условиях бесконечного электрохимического движения – неизбежно одаривает их чувствительностью к внешним событиям.

**32.**

В электронном письме в 2017 году.

**33.**

Памела Лайон в своей работе детально и с неожиданной стороны рассматривает вопрос о базовых формах ощущения. Самый нижний уровень – это однофакторные системы преобразования сигнала у бактерий; внутренний контроллер клетки отвечает на стимулы, поступившие из внешнего мира в отсутствие рецептора или сенсора на ее поверхности. См. статью Памелы Лайон "The Cognitive Cell: Bacterial Behavior Reconsidered," в журнале *Frontiers in Microbiology* 6 (2015): 264.