



Майкл Маршалл

ВЕЛИКИЙ КВЕСТ

Гении и безумцы
в поиске истоков
жизни на Земле



ТРАЕКТОРИЯ

Даже если практически
все в нашем обществе
грозит безнадежно разделить
нас, наша живая планета
способна объединить людей.

CoRpus

ЭЛЕМЕНТЫ 2.0

Майкл Кристофер Маршалл Великий квест. Гении и безумцы в поиске истоков жизни на Земле Серия «Элементы 2.0»

indd предоставлен правообладателем
http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=68820387
ISBN 978-5-17-132695-1

Аннотация

Майкл Маршалл – британский научный журналист, чьи статьи регулярно появляются на страницах Observer, Nature, New Scientist и Telegraph. Кроме того, он редактор веб-сайта BBC Earth, широко известного телевизионного канала, специализирующегося на научной документалистике. "Великий квест" – первая книга Маршалла, давно и с увлечением занимающегося глобальной проблемой зарождения на Земле (или не на Земле, а в глубинах космоса?) жизни. Автор взял множество интервью у исследователей, изучил наследие тех, кто робко задавался вопросом о происхождении жизни в прошлые века, и с удивлением обнаружил, что всерьез наука заинтересовалась поисками ответа на этот вопрос лишь в начале прошлого века. Теорий возникновения живого существует

множество, ожесточенные споры не утихают, и автор подробно анализирует гипотезы, многие из которых представляются весьма экзотическими.

В формате PDF A4 сохранен издательский макет книги.

Содержание

Предисловие научного редактора	8
Введение	11
Часть I	22
Глава 1	23
Конец ознакомительного фрагмента.	59

Майкл Маршалл

Великий квест

Гении и безумцы в поиске истоков жизни на Земле

Издание подготовлено в партнерстве с Фондом некоммерческих инициатив “Траектория” (при финансовой поддержке Н. В. Каторжнова)

First published by Weidenfeld & Nicolson, an imprint of The Orion Publishing Group, London

Художественное оформление и макет Андрея Бондаренко

© Michael Christopher Marshall, 2020

© Max Ernst, *La nature à l'aurore (Chant du soir)*, 1938 ©
Макс Эрнст / УПРАВИС, 2023

© М. Орлов, перевод на русский язык, 2023

© А. Бондаренко, художественное оформление, макет,
2023

© ООО “Издательство Аст”, 2023

Издательство CORPUS ®

* * *



ТРАЕКТОРИЯ

ФОНД ПОДДЕРЖКИ НАУЧНЫХ,
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ И КУЛЬТУРНЫХ
ИНИЦИАТИВ

Фонд “Траектория” создан в 2015 году.

Программы фонда направлены на стимулирование интереса к науке и научным исследованиям, реализацию образовательных программ, повышение интеллектуального уровня и творческого потенциала молодежи, повышение конкурентоспособности отечественных науки и образования, популяризацию науки и культуры, продвижение идей сохранения культурного наследия.

Фонд организует образовательные и научно-популярные мероприятия по всей России, способствует созданию успешных практик взаимодействия внутри образовательного и научного сообщества.

В рамках издательского проекта Фонд “Траектория” поддерживает издание лучших образцов российской и зарубежной научно-популярной литературы.

www.traektoriafdn.ru

Саре и Либбет

Предисловие научного редактора

Уважаемые читатели, я вам завидую. Вас ожидает развернутая Майклом Маршаллом история о том, как разные ученые искали ответы на вопрос о происхождении жизни. Хотя я написал собственную книгу на ту же тему, “Великий квест” подарил мне много интересных моментов и неизвестных фактов.

Происхождение жизни относится к глобальным вопросам из разряда “Кто мы? Откуда мы? Куда мы идем?” и, конечно, занимает многих людей. Как, где и когда зародилась жизнь на Земле, насколько это было случайно или закономерно и каковы шансы найти жизнь где-то еще во Вселенной – эти вопросы постепенно поддаются исследованию научными методами. И с начала XXI века прогресс в этой области пошел все быстрее и быстрее. “Первичный бульон” и опыт Миллера – Юри, о которых говорится в школьных учебниках, давно поставлены учеными под сомнение. На смену “первичному бульону” пришли идеи “первичной пиццы” и “первичного майонеза”, полагающие колыбелью жизни не океан, а маленькие, часто пересыхающие лужицы. Опыт Миллера – Юри, как теперь считается, воспроизводит условия не древней Земли, а комет и ледяных лун планет-гигантов. Книга Майкла Маршалла вышла в 2020 году и по актуальности описываемых теорий не отстает от строго научной литературы ни на год.

Проблема происхождения жизни не относится к какой-либо одной науке, а находится на стыке биологии, химии, геологии и даже астрономии. А значит, чтобы написать обобщающую книгу о происхождении жизни, подобную этой, необходимо разобраться в научных работах из всех этих областей. Майкл Маршалл блестяще с этим справился. Более того, самим ученым для прогресса в этом направлении надо объединяться в междисциплинарные команды и учиться общаться с учеными других специальностей. Они начали это делать сколько-нибудь часто только в XXI веке. Маршалл подробно прослеживает, как происходил обмен идеями и как обстоятельства жизни конкретных ученых влияли на ход их мыслей. Это очень ценно, так как показывает науку изнутри.

Какова доля случайности и закономерности в появлении жизни на нашей планете? Этот вопрос напрямую связан с вопросом о вероятности встретить жизнь за пределами Земли. Если зарождение жизни закономерно и высоковероятно, в нашей Галактике должны быть миллионы обитаемых планет. И тогда со всей остротой встает парадокс Ферми: почему мы до сих пор не встретили инопланетян? Может быть, что-то мешает разумным существам расселиться по Галактике? Если же зарождение жизни маловероятно и Земля – единственная обитаемая планета на тысячу ближайших галактик, это, с одной стороны, уменьшает желание лететь к звездам в поисках братьев по разуму, а с другой стороны, поднима-

ет ценность земной жизни до невероятно высокого уровня и требует расселять земную жизнь на другие планеты, чтобы она пережила смерть Солнца. Ни сам Маршалл, ни ученые, на которых он ссылается, не готовы дать однозначный ответ о вероятности зарождения жизни, но важность этого вопроса для всего человечества заставляет ученых работать дальше.

Конечно, и в книге Маршалла можно найти недостатки. Например, здесь нет ни одной иллюстрации, и визуалам может быть сложно воспринимать чистый текст. Первые три главы кажутся затянутыми по сравнению с другими. В четырнадцатой главе автор постарался изложить самые свежие научные достижения по проблеме происхождения жизни, и получился очень краткий, по две-три фразы, пересказ множества статей. Но это не умаляет достоинств книги.

Михаил Никитин,

научный сотрудник отдела эволюционной биохимии Научно-исследовательского института физико-химической биологии имени А. Н. Белозерского, автор книги "Происхождение жизни: от туманности до клетки"

Введение

Как возникла жизнь? Для чего мы пришли в этот мир? Сложно представить себе более фундаментальные вопросы. Оба они – и о нас самих, и о наших взаимоотношениях с окружающим миром.

Казалось бы, вопрос о возникновении жизни на нашей планете относится к числу тех, что напрашиваются сами собой, однако ученые впервые задали его лишь в начале XX века. Стало быть, проблема происхождения жизни исследуется примерно одно столетие, и даже сейчас в мире насчитывается всего несколько десятков лабораторий, непосредственно занимающихся поиском ответа на этот важный вопрос.

Эта книга рассказывает о попытках ученых выяснить, как и почему на нашей планете возникла жизнь. На ее страницах представлены основные научные идеи в их развитии, а также разбор как сильных, так и слабых сторон каждой из них. Подробно проанализировать все выдвинутые теории исключительно важно хотя бы потому, что, вопреки уверениям их приверженцев, большинство из них (теорий) попросту не могут оказаться правильными. Лишь после тщательного изучения и сравнения этих гипотез мы, возможно, получим верное представление о том, как в действительности могла зародиться жизнь. В последнее время исследователи данной проблемы начали создавать что-то вроде “теории великого

объединения”, у которой есть неплохой шанс оказаться правильной, – в частности потому, что она вобрала в себя лучшее из более ранних гипотез. А ведь разгадывать все новые и новые тайны можно только на основе уже имеющегося опыта.

Начало нашего рассказа относится к 1920-м годам. Именно тогда, после десятилетий, отмеченных весьма скромными успехами, был наконец предложен некий получивший широкое признание сценарий, суть которого сводилась к следующему: жизнь зародилась в “первичном бульоне”. Затем последовали новые десятки лет затишья, прерванного лишь в начале 50-х годов, когда свой эпохальный эксперимент провел Стэнли Миллер. Судя по результатам этого эксперимента, химические вещества, необходимые для жизни, могли образоваться на юной Земле самопроизвольно, то есть естественным путем.

Эксперимент Миллера заложил фундамент для новой научной отрасли – пребиотической химии, занимающейся проблемой получения веществ-“строительных блоков” жизни с использованием для этого более простых соединений. Однако в скором времени – благодаря множеству новых сведений о хитроумном устройстве живой клетки – выяснилось, что проблема происхождения жизни намного сложнее, чем представлялось. Механизмы функционирования даже самой простой бактерии оказались настолько замысловатыми и обладающими таким количеством внутренних связей, что во-

образить устройство ее более примитивной “исходной” версии было нелегко. Стоило вычленить или удалить хотя бы один из ключевых компонентов – и весь организм погибал.

В итоге в 1960-е годы и позже, вплоть до конца XX века, исследователи выдвигали конкурирующие между собой идеи, каждую из которых отстаивала та или иная группа ученых. Любая такая гипотеза фокусировалась на некоем одном ключевом компоненте клетки: предполагалось, что первым возник именно он, а остальные компоненты присоединились к нему позднее в силу необходимости. Одна из подобных популярных идей – “Мир РНК” – сводится, например, к следующему: первыми образовались те простые молекулы, которые умели и кодировать в себе генетическую информацию, и создавать собственные копии.

Но все эти идеи оказались, к сожалению, нежизнеспособными, ибо ни один из компонентов клетки сам по себе не может приобрести свойства чего-то по-настоящему живого.

Наступил XXI век, и исследователи поставили перед собой задачу создать искусственным путем живые клетки – со всеми главными компонентами, однако в очень упрощенном виде и на основе очень ограниченного набора веществ. Долгое время такой подход казался нереалистичным, но в итоге именно он привел к целой серии потрясающих успехов. Хотя от прежних идей полностью не отказались, новая гипотеза имеет куда больше шансов оказаться верной. Итак, сейчас ученые склоняются к тому, что жизнь началась не с

одного какого-то отдельного компонента вроде гена, а сразу с нескольких компонентов, научившихся “работать в команде”. Следовательно, жизнь – это не какие-то особенные вещества, а скорее особенное поведение ряда веществ, которые собрались вместе.

Изучая зарождение жизни, мы одновременно ищем ответ на очень важный вопрос: была ли жизнь каким-то образом предопределена? Иначе говоря, сама Вселенная устроена так, что возникновение жизни в ней закономерно, – или же жизнь возникла лишь в результате нелепой случайности?

В 1970 году французский биохимик Жак Моно в своей книге “Случайность и необходимость” (*Le Hasard et la nécessité*) решительно заявил, что Вселенная совершенно не приспособлена для жизненных форм вроде нас с вами¹². Он делает вывод о том, что возникновение жизни на Земле было событием крайне маловероятным. И очень может статься, что за все время существования Вселенной жизнь возникла всего один раз – именно здесь, на Земле. “Вселенная не была «беременна» жизнью, как и биосфера не была «беременна» человеком, – заключает он. – Так надо ли удивляться тому, что мы, подобно только что выигравшему в казино миллион

¹ Monod J. *Le hazard et la nécessité*. 1970. Éditions de Seuil, Paris. Published in English as *Chance and Necessity* by William Collins Sons & Co Ltd, 1972.

² Постраничные примечания, отмеченные знаком * (кроме особо оговоренных), принадлежат автору. Цифрами помечены в тексте отсылки к разделу “Примечания”, находящемуся в конце книги. – *Прим. ред.*

счастливицу, можем чувствовать себя странно и несколько иллюзорно?” Моно явно подпал под влияние экзистенциальных философов вроде Жана-Поля Сартра и Альбера Камю, писавших о жизни как о чем-то тошнотворном, отстраненном и лишенном моральных ориентиров, которые некогда мог предоставить Бог. Он считал, что все мы должны чувствовать себя “одинокими в безучастной бездне Вселенной”.

Высокий штиль риторики Моно годами впечатлял многих, хотя доказательств его напыщенной прозе явно недостает. Главным аргументом ученого стал случайный характер изменений в генах, который и создает новые виды в ходе эволюции. Из этого якобы следует, что ею управляет исключительно “ничем не ограниченная случайность, абсолютная, но слепая”. Моно, однако, сильно преувеличивает. Генетические мутации действительно имеют случайный характер, но то, смогут ли эти мутации сохраниться и насколько широко они распространятся, – вовсе не обязательно случайность. На самом деле в популяции закрепляются те мутации, которые предоставляют своему обладателю преимущество либо, по меньшей мере, помогают соответствующим генам получить большее распространение. Это объясняет, почему некоторые черты возникали в ходе эволюции более одного раза, на различном генетическом материале. Скажем, полет независимо друг от друга освоили насекомые, птицы и летучие мыши. Моно взглянул на историю жизни через “очки случайности”, но придавать слишком большое значение случай-

ностям эволюции, пренебрегая при этом множеством ее закономерностей, было бы ошибкой.

Теперь давайте рассмотрим противоположную точку зрения. Нередко исследователи зарождения жизни утверждают, что возникновение живого было каким-то образом предопределено. Хотя тут есть некий намек на мистику, подобное утверждение все же имеет под собой некоторые основания.

Самым энергичным защитником неизбежности возникновения жизни был Кристиан де Дюв³, клеточный биолог из Бельгии. В своей книге “Живая пыль” (*Vital Dust*) он называет жизнь “космическим императивом”⁴. Отмечая необычайную сложность устройства живых существ, де Дюв приходит к выводу, что их самопроизвольное возникновение крайне проблематично. “Нам выпали все 13 карт пиковой масти из колоды, и не единожды, а тысячи раз подряд, – пишет он. – Это совершенно невероятно, если, конечно, колода не подтасована”. Другими словами, при наличии подходящих условий жизнь зарождается с легкостью – иначе бы нас здесь просто не было. По мере развития нашего повествования мы с вами убедимся, что существует множество естественных процессов, которые способствуют образованию как химических веществ, являющихся основой жизни, так и некоторых структур, напоминающих живое, – и это подтверждает сло-

³ Blobel G. *Christian de Duve* (1917–2013). *Nature*, vol. 498, iss. 7454, p. 300. 2013.

⁴ De Duve C. *Life as a cosmic imperative?* *Philosophical Transactions A*, vol. 369, iss. 1936, pp. 620–623. 2011.

ва де Дюва. По сути, де Дюв придерживался практического правила, называемого принципом Коперника, или принципом заурядности. Его суть проста: считайте, что мы как все. Ученые приняли данный принцип на вооружение с тех самых пор, как астроном Николай Коперник доказал, что Земля вращается вокруг Солнца и не является центром Вселенной, как полагали в то время. Принцип Коперника гласит, что химический состав и условия окружающей среды на Земле, возможно, являются типичными для планет с твердой поверхностью. В таком случае на любой из них, если она более или менее напоминает Землю и вращается по подходящей орбите вокруг подходящей звезды, вероятно возникновение жизни.

Однако слишком уж увлекаться подобной идеей все-таки не стоит. Перечитайте еще раз последнюю фразу предыдущего абзаца. Видите, сколько в ней оговорок? Возникновение жизни, может, и вероятно, но – и де Дюв знал об этом – вовсе не типично. Окинув беглым взглядом известную нам Вселенную, мы увидим, что вряд ли в ней есть места, пригодные для жизни.

Представьте себе Землю, эту единственную известную нам обитаемую планету. Большая ее часть совершенно негостеприимна. Подходящая для жизни область имеет толщину максимум в несколько десятков километров и включает в себя внешнюю часть земной коры, моря и океаны, а также нижнюю часть атмосферы. Однако стоит подняться повыше, как

воздух становится слишком разреженным, излучение Солнца слишком жестким, а температура – экстремальной. Что же касается земных глубин, то и там температура и давление губительны для всего живого. Наш мир, может статься, и обитаем, но более 90 % его массы безжизненны.

За пределами Земли все выглядит еще драматичнее. Даже если миллиарды планет и приютили жизнь, в каждой звездной системе все равно остаются огромные объемы пустоты, не говоря уже о межзвездном пространстве и совершенно невообразимых просторах, разделяющих галактики. Некоторые из этих пустот имеют в поперечнике тысячи миллионов световых лет. Жизнь вряд ли отыщется внутри звезд или в черной пустоте межгалактических пространств, так что Вселенная по большей части мертва. Можно смело утверждать, что 99 % объема нашей Вселенной безжизненно, как и 99 % материи.

Вот почему заявлять, будто Вселенная имеет “благоприятствующие жизни” условия, значит неверно понимать саму суть понятия “благоприятствование”. Все обстоит ровно наоборот: условия в нашей Вселенной, за исключением всего нескольких ее крошечных уголков, крайне неблагоприятны для жизни. И если эта Вселенная для чего-то и идеальна, так разве что для пустоты, пыли, звезд и планет. Но тем не менее на поверхности некоторых из этих планет возникновение жизни все же возможно. Жизнь в космосе – явление исключительное, нечто такое, что завелось в нем без спроса.

Подобная точка зрения, хотя и является промежуточной между двумя крайностями, обозначенными Моно и де Дювом, все же ближе к позиции де Дюва. Вселенная не представляется механизмом по производству жизни, но она и не помешана на изничтожении всего живого. Вселенная в основном занята совершенно другими вещами. На протяжении нашего рассказа мы приглядимся к нескольким особым местам на Земле, которые кажутся идеальными инкубаторами для жизни, и убедимся, что такие места во Вселенной – большая редкость.

“Великий квест” – это не только научная одиссея, но еще и рассказ о воодушевляющих, а нередко и гениальных личностях, таких, к примеру, как бесконечно эксцентричный Джон Холдейн или вспыльчивый Гюнтер Вэхтерсхойзер. Многие из героев этой книги удостоились Нобелевской премии и принадлежат к числу самых выдающихся умов прошлого века. Некоторые (вроде Карла Сагана) известны достаточно широко, имена других не слишком на слуху. И я уверен, что встреча на книжных страницах как раз с этими замечательными первопроходцами доставит вам особенное удовольствие.

К сожалению (и внимательный читатель это обязательно заметит), большинство упомянутых в книге ученых – мужчины. Первые три главы вообще не содержат ни одного женского имени, и лишь в четвертой главе мы познакомимся с

Розалинд Франклин, которая появится, чтобы принять участие в открытии структуры ДНК. А потом опять – почти сплошь мужчины. Однако ничего удивительного в этом нет: ученый мир того времени был столь же привержен сексизму, что и общество в целом. Именно об этом писала в своей книге “Уступающие” (*Inferior*)⁵ научный журналист Анжела Саини. Я добросовестно пытался найти женщин-исследовательниц возникновения жизни, которыми могла пренебречь история науки, но – тщетно. Кроме того, я искал женские имена среди соавторов статей, принадлежавших перу мужчин-руководителей лабораторий. Впрочем, было бы ошибкой, приукрашивая действительность, добавлять в наш рассказ эгалитарности. Я лишь надеюсь, что в дальнейшем история исследований тайны зарождения жизни будет отличаться большим гендерным разнообразием.

В остальном же наш квест по истории зарождения жизни в высшей степени демократичен. Проходя его, любой желающий сможет получить удовольствие и заряд вдохновения. Но нельзя забывать и о том, что, задаваясь вопросом о возникновении живого, мы также непременно спрашиваем себя – зачем мы пришли в этот мир, существует ли жизнь на других планетах и что вообще означает “быть живым”? И предлагаемая вам книга повествует о слабых и несовершенных людях, осмелившихся тем не менее попробовать разобраться в

⁵ Saini A. *Inferior: How science got women wrong and the new research that's rewriting the story*. 2017. HarperCollins.

этих сложных вопросах. Погружаясь в проблему происхождения жизни, наши герои видели мерцание бесконечности.

Майкл Маршалл,

Девон, февраль 2020 года

Часть I

Первичная наука

Большинство химиков, включая меня самого, убеждено: жизнь возникла самопроизвольно из смеси различных молекул на безжизненной в то время Земле. Каким образом это произошло? Не имею понятия.

*Джордж Уайтсайдс,
речь на церемонии вручения ему медали
Американского химического общества Пристли за
выдающиеся заслуги, 2007 год⁶*

⁶ Whitesides G. M. *Revolutions in chemistry*. Chemical & Engineering News, vol. 85, n. 13, pp. 12–17. 2007.

Глава 1

Величайший вопрос

Куда бы вы ни направили свой взгляд, в поле зрения обязательно окажется что-нибудь живое. Так будет, даже если вы попросту пялитесь на кирпичную стену, экран компьютера или на небо. Пускай вы не увидите крупных животных или большие растения – туда все равно попадут насекомые, микроскопические организмы или, на худой конец, неисчислимые миллионы бактерий. На нашей маленькой планете жизнь заполонила собой все – и обжигающе горячие геотермальные источники, и давящую крошечную тьму морских глубин, и сильно разреженный воздух над облаками.

Но так было не всегда. Когда-то Земля была совершенно безжизненной. В те времена наша планета являла собой шар из полурасплавленных горных пород, который без устали бомбардировали все новые метеориты и усеивали яростно извергающиеся вулканы. Морей не было и в помине, а в воздухе отсутствовал необходимый для дыхания кислород. Если бы мы каким-то чудом перенеслись назад во времени и попали на такую вот юную Землю без защитного скафандра и баллона с кислородом, то интересовало бы нас только одно: от чего мы погибнем быстрее – от удушья или от испепеления?

Однако каким-то образом нашей планете удалось превра-

тить этот адский пейзаж в голубой и зеленый рай, который представители нашего вида в настоящее время успешно разрушают. Что же произошло? И что собой представляло первое живое существо – как оно выглядело, из чего состояло, и каким образом возникло?

Эти вопросы неотделимы от еще одной загадки, поиск ответа на которую веками будоражил человеческие умы, – одиноки ли мы во Вселенной? Сейчас Земля является единственной известной нам обитаемой планетой. Какой вывод из этого следует? Может, в подходящих условиях возникновение жизни происходит легко и просто? Что ж, в этом случае космос наверняка полнится жизнью, а остальные планеты нашей Солнечной системы просто не подошли для нее по каким-то параметрам. Но может оказаться и так, что вероятность возникновения жизни исчезающе мала и ее зарождение сродни чуду, происходящему лишь в одном из многих миллиардов миллиардов миров. Тогда мы действительно одиноки – одиноки в экзистенциальном смысле этого слова – и, поднимая глаза к звездам, смотрим в пустоту.

Человечество тысячелетиями рассказывает истории о сотворении жизни. Эти мифы бывают и красивы, и выразительны, но ни один из них толком не объясняет, как именно нечто живое могло образоваться из неживых составляющих. Возьмем, к примеру, скандинавскую легенду о происхождении мира, которую великолепно передал Нил Гейман в своей

книге “Скандинавские боги” (*Norse mythology*)⁷. Гейман описывает огромный ледник, возвышающийся над страной вулканов и огня. И вот однажды пламя растопило лед и на свет появился гигант по имени Имир, прародитель всех великанов. Рядом с Имиром находилась огромная безрогая корова, которая питалась, слизывая соленый лед. Имир, в свою очередь, поглощал ее молоко и рос.

Все это очень живописно, но, как нетрудно заметить, толком ничего не объясняет. Растопив лед, мы вряд ли получим великана, не говоря уже о колоссальной корове. Этот миф словно бы спешит “проскочить” сложную часть, чтобы поскорее перейти к яркому эпизоду, повествующему о том, как бог Один и его братья убивают Имира и тем самым создают наш мир.

Но в скандинавской мифологии хотя бы прямо говорится, что жизнь возникла из чего-то неживого. Иные же легенды норовят схитрить, уверяя, будто жизнь появилась из какой-то другой, более ранней жизни, – а уж откуда взялась эта самая пражизнь, читателю остается только гадать. Этим грешит любая история, сводящая возникновение жизни к богу или богам. Логичный вопрос “Но откуда же тогда взялся сам бог?” настолько очевиден, что звучит чуть ли не по-детски. И тем не менее это не делает его неуместным.

Осознав, что мифы о сотворении мира не могут тут нам помочь, мы заодно поймем и кое-что еще: на самом деле лю-

⁷ Gaiman N. *Norse Mythology*. 2017. Bloomsbury.

ди очень долго, веками, вообще не задавались вопросом о возникновении жизни. Виной тому, видимо, две распространенные подсознательные установки, из-за которых человечество долгое время и игнорировало такую важную проблему.

Первая из них связана с нашей верой в то, что живую материю от неживой отличает нечто особенное, практически волшебное. Подобное представление называется витализмом и встречается в самых различных культурах. Мы сталкиваемся с витализмом уже в Книге Бытия: “И создал Господь Бог человека из праха земного, и вдунул в лицо его *дыхание жизни* (курсив мой – *Майкл Маршалл*), и стал человек душою живою”. В Древней Греции философы-стоики писали о “пневме”, имея в виду одновременно и “дыхание”, и “душу”. Аристотель рассуждал о “психее” – это понятие описывает нечто вроде души, хотя и не обязательно наделенное сознанием или разумом. Если вы считаете, что у вас есть душа, которая состоит из некоторой таинственной “энергии” и покинет тело после смерти, то вы – сторонник витализма.

На самом деле в идее витализма есть что-то крайне притягательное. Всякому очевидно, что слон отличается от камня и что это отличие не ограничивается какими-то мелочами, – разница здесь очень велика. Жизнь – штука совершенно особенная.

Но хотя витализм интуитивно и понятен, он все-таки совершенно неверен. Никакой “жизненной силы” не существует – а если она и есть, то никому пока так и не удалось вы-

явить ее или хотя бы дать ей строгое определение. Мало того: последние 200 лет биологи объясняли уникальные свойства живых существ, опираясь на характеристики составляющих их “неживых” веществ.

В связи с витализмом нередко упоминается немецкий химик Фридрих Вёлер, вроде бы опровергнувший это учение. Некоторые историки науки считают данное утверждение выдумкой (и мы к нему еще вернемся), но так или иначе этот эпизод заслуживает нашего внимания.

К началу XIX века ученым удалось выделить ряд химических веществ, которые они сочли специфическими для живого. Эти соединения были обнаружены только в живых существах и более нигде. Среди таких веществ была и мочеви́на, содержащаяся в моче и придающая ей желтую или коричневую окраску⁸.

Тут-то и пробил час Вёлера. В 1824 году ученого поставили в тупик белые кристаллы, полученные им в одном из экспериментов. По прошествии четырех лет Вёлеру удалось наконец выяснить, что это мочеви́на⁹. Здесь важно вот что: он получил мочеви́ну из хлорида аммония – вещества, не имеющего с живым ничего общего.

Не вполне очевидно ни то, насколько этот опыт опроверг

⁸ На самом деле раствор мочевины бесцветный, цвет моче придают другие вещества. – *Прим. перев.*

⁹ Wöhler F. *Über künstliche Bildung des Harnstoffs*. *Annalen der Chemie und Pharmacie*, vol. 12, pp. 253–256. 1828.

витализм, ни то, полагал ли так сам Вёлер, но удар по витализму был, безусловно, нанесен. Ведь если из неорганических и никак не связанных с живым веществ удалось получить одно из “исключительно биологических” веществ, то естественно было предположить, что это сработает и в иных случаях. Однако нельзя сказать, что интерпретация Вёлером собственных результатов была такой уж опасной для витализма. Скорее всего, представление об опровержении витализма его экспериментами возникло позже, в комментариях других ученых. Этот так называемый “миф Вёлера” описал историк науки Питер Рамберг¹⁰. К 1930-м годам сложилось мнение, будто Вёлер, многократно пытавшийся получить мочевины из различных других веществ, делал это, намереваясь опровергнуть витализм. Но сам Вёлер, кажется, такой цели не ставил.

Однако оставим в стороне споры историков – ведь для отказа от учения витализма можно найти причины и получше. Говоря без обиняков, витализм отвечает на вопрос о природе жизни весьма уклончиво. Он не пытается объяснить ее (жизни) уникальные особенности, а просто снабжает живую материю ярлыком исключительности. Предполагая существование особой энергии, которую нельзя ни зафиксировать, ни даже строго определить, но которая при этом долж-

¹⁰ Ramberg P. J. *The Death of Vitalism and The Birth of Organic Chemistry: Wohler's Urea Synthesis and the Disciplinary Identity of Organic Chemistry*. Ambix, vol. 47, iss. 3, pp. 170–195. 2000.

на превращать неживую материю в живые организмы, мы отнюдь не объясняем суть живого, а оказываемся лицом к лицу с новыми вопросами. Какова природа этой энергии? Откуда она берется и каким образом может влиять на живые организмы, не будучи при этом зафиксированной приборам или в ходе какого-либо эксперимента¹¹?

Теперь давайте представим себе, что “энергия жизни”, или “субстанция жизни”, все же существует. В таком случае мы теоретически могли бы извлечь эту самую *élan vital*¹² из живого организма (тем самым убив его) и перенести ее во что-то неживое, вроде камня или, скажем, плюшевого мишки. Тогда этому неодушевленному предмету не оставалось бы ничего иного, кроме как ожить. Едва ли нужно говорить, что ожившие плюшевые медведи существуют лишь в рассказах о Винни-Пухе или в “Акире”¹³. Стало быть, мир устроен как-то по-другому.

Ко всему прочему эту идею опровергает “бритва Оккама” – принцип, который предлагает объяснять неизвестное, используя как можно меньше новых предположений. Согласно

¹¹ Вот почему нас не устроит расхожее “это сделал(и) бог(и)”: подобные слова ничего не объясняют. Если в ответ на вопрос “Как был сделан автомобиль?” вы услышите “Кто-то его собрал”, вы вряд ли останетесь довольны.

¹² *Élan vital* (фр. “жизненная сила”) – понятие, введенное французским философом Анри Бергсоном для объяснения образования сложных структур в ходе эволюции и индивидуального развития организмов. – *Прим. перев.*

¹³ Наверное, имеется в виду “Акира”, полнометражный аниме-фильм 1988 года японского режиссера Кацухиро Отомо. – *Прим. перев.*

ему нам следует “плодить” новые формы энергии только в том случае, если без этого никак не обойтись, а все попытки объяснить жизнь лишь на основе уже известных явлений потерпели неудачу. И колоссальный прогресс, достигнутый за последние столетия в биологии, показал, что нам нет нужды предполагать нечто совершенно новое.

Однако же поколебать позиции витализма оказалось непросто. Дело в том, что он взывает к самым базовым и интуитивным из наших представлений, причем даже в тех случаях, когда нам следует скорее слушать свой ум. Поэтому еще в 1913 году английский биохимик Бенджамин Мур пытался доказать существование некоей “биотической энергии”, которая по сути была просто ребрендингом витализма. В своей книге “Происхождение и природа жизни” (*The Origin and Nature of Life*) Мур проводил аналогию с открытой незадолго до того радиоактивностью. Он полагал, что если атомы могут таить в себе “странную новую форму энергии”, то это вполне вероятно и для живой материи¹⁴. В ответ на подобные заявления следует немедленно требовать прямых доказательств существования этого “нового типа энергии”. Но никаких доказательств представлено не было.

Понять, почему витализм так очаровывает, довольно легко. Каждый из нас чувствует, что в живом таится нечто особенное и ценное, и потому мы неохотно воспринимаем про-

¹⁴ Moore B. *The Origin and Nature of Life*. 1913. Henry Holt and Company (New York), Williams and Norgate (London).

тиворечащие этому идеи. Холодными и даже бесчеловечными кажутся нам утверждения о том, будто в живой материи нет ничего удивительного. Помимо особой “жизненной энергии” мы способны назвать и другие примечательные свойства живого. Современная наука уверенно утверждает: живые существа состоят ровно из тех же атомов, что и, скажем, камни или ароматические свечи. Различия здесь скорее касаются не химического состава, а порядка соединения атомов в молекулы и особенностей их движения. Слон, разумеется, состоит только из углерода и нескольких десятков других химических элементов, но никто не сможет, всего лишь глядя на их список, предположить существование необычайно мудрого слоновьего матриархата. Чтобы осознать, чем жизнь является в действительности, нам стоит посмотреть на нее с разных сторон. Информатик Стив Гранд в своей книге “Сотворение” (*Creation*), где он описал собственный опыт создания искусственной жизни на компьютере, предложил очень удачную формулировку: “Жизнь – это нечто большее, чем простой механизм, хотя это просто механизм и больше ничего”¹⁵.

В наши дни представления о живой силе уцелели в альтернативной медицине, где их обычно маскируют под “древнюю мудрость”, – скажем, под китайскую концепцию энергии ци (именно на ней основана акупунктура). Поразительно, но витализм пробрался и в научную фантастику. Пове-

¹⁵ Grand S. *Creation: Life and how to make it*. 2000. Weidenfeld & Nicolson, p. 6.

лители времени в сериале “Доктор Кто” располагают особой “энергией регенерации”, позволяющей им сменить тело в случае смертельного ранения. Сериал подает эту идею довольно буквально: в вышедшем в 2013 году эпизоде “Время Доктора” у главного героя оказывается израсходована вся энергия регенерации, из-за чего он находится при смерти. К счастью, ему удастся получить “энергетическую добавку” и вернуть себе способность регенерироваться. Конечно, “Доктор Кто” – далеко не эталон научной правдоподобности, однако тот же художественный прием использует и куда более серьезный “Вавилон 5”, где показана машина, могущая переносить жизненную энергию от одного персонажа к другому. Несмотря на то, что здесь эти идеи помещены в футуристический антураж, в основе своей они очень примитивны.

Помимо витализма, несостоятельность которого была очевидна многим ученым, существовала и другая причина игнорировать проблему возникновения жизни. Имеются в виду бытовавшие тогда представления о непрерывности самозарождения жизни. Идея “спонтанного зарождения”, подобно идее витализма, тоже распространена в различных культурах – например, в христианстве (“И произвела земля зелень, траву, сеющую семя по роду ее, и дерево, приносящее плод, в котором семя его по роду его”) или в китайских священных текстах. Обычно, хотя и не всегда, такое спонтанное зарождение происходит при участии какого-то божества.

Легко догадаться, откуда взялась мысль о самопроизвольно возникающей жизни. Стоит нам оставить кусок мяса на несколько дней в теплом месте, как в нем заводятся личинки мух. И если мы не будем тщательно следить за мясом, то не увидим, как туда попали яйца насекомых. Создается впечатление, будто личинки возникли сами по себе, только благодаря источнику пищи, который и выманил их в наш мир. Практически все начнет плесневеть или гнить, если будет достаточно долго предоставлено само себе. Вот почему кажется, что жизнь постоянно зарождается заново. Аристотель в своей “Истории животных” раскладывает весь процесс по полочкам: “Одни из животных происходят от животных соответственно родству форм, другие сами собой, без родителей, причем или возникают из гниющей земли и растений, что часто происходит у насекомых, или в самих животных, из выделений их частей”¹⁶.

Вообще-то витализм и спонтанное зарождение противоречат друг другу. Если живые организмы действительно зарождаются из грязи, то откуда жизненная сила берется в ней самой? Ведь грязь живой не является и, стало быть, источником жизненной энергии служить не может. И все же многие умудряются сочетать одно с другим.

Так или иначе, но примерно в середине XIX века¹⁷ ученые

¹⁶ Перевод В. Карпова. – *Прим. ред.*

¹⁷ Первый эксперимент, поставивший под сомнение самопроизвольное зарождение, провел Франческо Реди в 1668 году. – *Прим. науч. ред.*

принялись подвергать самопроизвольное зарождение критике. Тогда биологам стали известны жизненные циклы паразитических червей и выяснилось, что они вовсе не возникают в кишечнике человека путем спонтанного зарождения. Это был сокрушительный удар по одному из главных аргументов в пользу спонтанного самозарождения жизни. Оказалось, что черви не “берутся из ниоткуда”, а вполне себе имеют родителей. Одновременно разгорелись яростные споры о природе болезней вроде холеры (как мы теперь знаем, их причиной являются микробы), а также процессов разложения и ферментации.

В довершение всего эти вопросы приобрели еще и политическую окраску. Веками христианская церковь пестовала идею о спонтанном зарождении – и святой Августин, и святой Фома Аквинский написали обширные трактаты, где “подгоняли” его под христианскую теологию. Августин был убежден, что Бог наделил Вселенную потенциальной возможностью создавать новую жизнь – и потому она продолжает возникать вновь и вновь. Фома Аквинский, в свою очередь, считал возникновение каждого нового живого существа очередным божественным чудом сотворения. Однако к XVII веку догма обновилась и церковь начала отвергать самопроизвольное зарождение. Вера в него стала ассоциироваться с атеизмом и в конечном счете оказалась связанной с антиклерикальными идеями французской революции¹⁸.

¹⁸ Fry I. *The Emergence of Life on Earth: A historical and scientific overview*. 2000.

Всеми этими противоречиями воспользовался французский натуралист Феликс Архимед Пуше, директор Музея естественной истории в Руане. В 1858 году он опубликовал статью с описанием экспериментальных доказательств самопроизвольного зарождения жизни¹⁹. Пуше поместил сено в воду, где оно оставалось до тех пор, пока не получился своего рода “сенной настой”. Далее он прокипятил его, чтобы убить все микроорганизмы, и наконец подверг эту жидкость действию очищенного воздуха, который предполагался стерильным. Все это происходило под защитным слоем жидкой ртути, перекрывавшей микроорганизмам путь в жидкость.

Несмотря на меры предосторожности, поверхность настоя все же покрылась плесенью. Пуше утверждал, что, поскольку он удалил все потенциальные источники доступа для живого, плесень в настое могла образоваться только за счет самопроизвольного зарождения. На следующий год он опубликовал книгу “Гетерогенез, или Трактат о спонтанном зарождении” (*Heterogenesis, or Treatise on Spontaneous Generation*), где отстаивал полученные результаты²⁰.

Это не слишком понравилось Французской Академии наук. Она предложила вознаграждение в 2500 франков тому,

Rutgers University Press.

¹⁹ Pouchet F. *Note sur des proto-organismes végétaux et animaux, nés spontanément dans l'air artificiel et dans le gaz oxygène*. Comptes Rendus, vol. 47, pp. 979–984, Académie des Sciences, 1858.

²⁰ Pouchet F. *Hétérogénie, ou Traité de la génération spontanée*. 1859. Paris: Baillière.

кто “путем должным образом проведенных экспериментов прольет свет на вопрос о так называемом самопроизвольном зарождении”. Это “так называемое” появилось здесь неспроста: академия давала понять, что идеи Пуше ей не импонируют.

Объявление о вознаграждении привлекло внимание биолога Луи Пастера. В то время Пастер находился в самом начале своей карьеры: принципы вакцинации он откроет лишь много лет спустя. Вторую же половину 1850-х годов ученый посвятил исследованию молочнокислого брожения (химического процесса, из-за которого прокисает молоко). Отдельные химики считали тогда ферментацию чисто химическим процессом, однако Пастеру удалось показать, что решающая роль принадлежит тут микроорганизмам. Позже благодаря этому открытию ученые поняли, что продукты вроде молока хранятся дольше, если их предварительно нагреть так, чтобы микроорганизмы в них погибли. Сейчас этот метод называют “пастеризацией”.

Пастер был убежден: осуществляющие брожение микроорганизмы постоянно летают в воздухе. Казалось бы, опыт Пуше это опроверг, однако Пастер полагал, что его коллега просто был недостаточно аккуратен. Он решительно утверждал, что микроорганизмы могли находиться в осевшей сверху на ртуть пыли и таким образом “заразили” сенной настой. Поэтому сам Пастер избрал другой подход.

Ученый смешал в колбе подсахаренную воду, дрожжи, мо-

чу и свекольный сок, после чего нагрел горлышко склянки до пластичного состояния и вытянул его, придав форму буквы S, наподобие лебединой шеи. Такая форма должна была позволять воздуху беспрепятственно поступать извне, одновременно задерживая все микроорганизмы. Далее Пастер прокипятил жидкость и отметил отсутствие следов плесени. Смертельным же ударом оказалось вот что: Пастер отломил “лебединую шею” колбы и обмакнул ее в прокипяченную жидкость. И только тогда в ней стали заметны следы микроорганизмов, сумевших, наконец, добраться до содержимого колбы.

В ходе другого эксперимента Пастер запечатывал горлышки своих колб и поднимался с ними во Французские Альпы. Он считал, что горный воздух разрежен и потому содержит меньше микроорганизмов. Поднявшись наверх, он открывал колбы и наполнял их воздухом. И чем выше он забирался, тем меньше становилась вероятность заплесневения.

В 1861 году Академия наук вручила Пастеру заслуженную премию. Теория самопроизвольного зарождения была опровергнута.

Учебники часто преподносят спор Пастера с Пуше как некий драматический поворот, а не согласные с этим историки науки утверждают, будто Пастеру просто повезло или что его мнение было предвзятым. Но, честно говоря, к тому времени самопроизвольное зарождение уже давно теряло

свои позиции. Впрочем, отдельные споры на эту тему происходили и позже. Во второй половине XIX века британский ученый Генри Бастиан публиковал результаты своих опытов, полагая их подтверждением спонтанного самозарождения. Однако они оказались дискредитированы после того, как были описаны бактерии, образующие устойчивые к нагреванию споры. Благодаря этому они вполне могли пережить использованный Бастианом метод стерилизации.

Казалось бы, после победы, одержанной Пастером в полемике по данному вопросу, проблема происхождения жизни должна была стать для науки наиважнейшей. Однако этого не произошло: ею заинтересовались лишь отдельные исследователи.

Положение вещей не изменило даже одно чрезвычайно важное открытие. В том же 1859 году, когда Пуше опубликовал свою книгу и невольно “активизировал” Пастера, британский натуралист Чарльз Дарвин издал знаменитейший и величайший труд “Происхождение видов” (*On the Origin of Species*)²¹. В нем вдохновленный кругосветным путешествием Дарвин изложил свою теорию эволюции и естественного отбора, которая объясняла возникновение на Земле потрясающего биологического разнообразия. К тому времени ученые уже подозревали, что виды не были созданы Богом по отдельности, да еще и в навсегда неизменном виде. Дар-

²¹ Darwin C. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. 1859. John Murray, London.

вин же пошел дальше и предложил подробное объяснение эволюционного развития жизни. Согласно его теории естественного отбора, виды постепенно изменяются, приспосабливаясь к условиям своего обитания. В конечном счете это приводит к возникновению новых видов. Всякое живое существо – от самого большого синего кита и до самой крошечной из бактерий – происходит от одного общего предка, жившего на Земле когда-то очень давно. Как позднее пояснил Дарвин, это касается и нас, людей: мы тоже являемся животными, потомками обезьяноподобных предков.

Теория эволюции Дарвина вызвала грандиозный переполох. Многих христиан едва не хватил удар: им казалось, будто Дарвин полностью отстранил Бога от создания жизни, предложив совершенно атеистическое объяснение для чудес природы. В действительности высказывания Дарвина на этот счет были весьма сдержанными, а религия в его работах практически не затрагивалась. И все же дарвиновские идеи нанесли чувствительный удар по религиозным убеждениям любого толка. Необычайная сложность устройства животных и растений наводит на мысль о наличии некоего проектировщика, творца, однако Дарвин продемонстрировал, что здесь можно обойтись и без него. Даже чрезвычайно сложные органы вроде человеческого глаза могли возникнуть постепенно, путем медленных изменений каких-то простых зачатков.

В наши дни наука считает эволюцию очевидным фактом,

однако споры на ее счет шли до конца девятнадцатого столетия и продолжились в столетии двадцатом. Так было вплоть до 1930-х – 1940-х годов, когда теорию эволюции объединили с новой наукой о наследственности – генетикой, положив начало так называемой синтетической теории эволюции. Лишь тогда вопрос был решен окончательно. Конечно, для многих верующих эволюция и сейчас остается предметом споров или даже представляется откровенной ложью. Беда в том, что биологи, слишком занятые защитой учения эволюции от нападок верующих и выяснением ее механизмов, не могли себе позволить отвлечься и поинтересоваться тем, с чего, собственно, все началось.

Вопреки распространенному мнению, сама эволюция не имеет никакого отношения к зарождению жизни. Эволюционное учение исходит из предположения о том, что все живые существа произошли от общего предка, однако его возникновением эволюционисты не занимаются. В каком-то смысле теория Дарвина действительно “сотворила” вопрос о начале жизни, который до того попросту не тревожил умы человечества. Как утверждают Билл Меслер и Х. Джеймс Кливз II в своей “Краткой истории сотворения” (*A Brief History of Creation*), “люди интересовались, откуда взялась первая обезьяна, или первая акула... но не как возник самый первый вид, и точка”²². Сторонники спонтанного зарожде-

²² Mesler B., Cleaves H. J. *A Brief History of Creation: Science and the search for the origin of life*. 2016. W. W. Norton & Company, Inc.

ния считали, что множество различных форм жизни, начиная с мух и червей, возникает именно благодаря ему. В качестве альтернативы теория Дарвина предложила существование одного организма, который появился первым и стал прародителем для всех остальных.

Дарвин не обсуждал вопрос происхождения жизни в своих книгах, но мимоходом коснулся его в своем письме ботанику Джозефу Гукеру в 1871 году²³. Эта непритязательная заметка имеет особую ценность: в ней Дарвин предположил, что при наличии особых благоприятствующих условий в далеком прошлом жизнь могла возникнуть на Земле самопроизвольно. Дарвин пишет:

Часто говорят, что и сейчас имеются все те условия для возникновения живых организмов, какие могли быть прежде. Но если бы (и это “если бы” с большой буквы!) действительно нашелся какой-нибудь теплый маленький водоем, содержащий в растворенном виде все необходимые аммонийные и фосфорные соли, при наличии в нем света, тепла, электрических разрядов и т. д., и в этом водоеме в результате химических реакций образовалось соединение белковой природы, способное постепенно усложняться, то сейчас такое вещество было бы мгновенно поглощено или усвоено – что было невозможно до возникновения живых существ.

Итак, вообразим себе, что миллионы лет назад на безжиз-

²³ www.darwinproject.ac.uk/letter/DCP-LETT-7471.xml

ненной Земле возникло озеро. Оно содержало смесь простых химических веществ и находилось в потоке солнечных лучей. В какой-то момент растворенные соединения могли образовать одну из ключевых биологических молекул – белок, который обладал способностью становиться все более сложным. И в итоге он настолько усложнился, что мог считаться чем-то живым. В наши дни это нереально, потому что любой оказавшийся в воде белок будет немедленно употреблен в пищу каким-нибудь голодным организмом. Однако до появления живого первые биологические молекулы имели возможность размеренно развиваться.

Идея Дарвина изложена схематично, и это неудивительно, ибо ученый представил ее мимоходом, в коротком письме, написанном им, когда одна из его дочерей тяжело болела, разразившись корью. И тем не менее эту идею можно считать первым соответствующим сегодняшним нормам предположением о том, как могла зародиться жизнь. Вдобавок письмо Дарвина затрагивает, хотя и в неявном виде, еще один очень важный вопрос: каким образом исходно неживым химическим веществам удалось собраться воедино и дать начало первому живому существу?

Давайте сформулируем проблему более конкретно. Что является самой простой формой жизни, какую мы только можем себе представить? Где и когда она могла впервые возникнуть?

Поначалу может показаться, что вообразить первый живой организм не так уж просто. Жизнь поразительно, до смешного, разнообразна. Взять хотя бы величественно плывущего по океану синего кита – одного из самых крупных животных в истории Земли, достигающего в длину чуть не тридцати метров. У этого кита огромный мозг, сердце размером с автомобиль, пасть с пластинами китового уса, при помощи которого кит выцеживает из воды криль, и комплект внушительных гениталий. А теперь представим себе мухомор красный – гриб с яркой шляпкой в белых пятнах. Он выглядит так, будто в его ножке спрятана крошечная дверца, из которой того и гляди высунет голову фея. Размером гриб всего в несколько сантиметров, и у него нет тех органов, которые есть у синего кита. Мухомор не умеет передвигаться, а в один прекрасный день попросту высовывается из лесной почвы. Кажется, у этих двух организмов нет почти ничего общего, но в действительности на микроскопическом уровне они очень близки.

Первый важный шаг к пониманию этого единства всего живого сделал британский ученый Роберт Гук еще в XVII веке. Гук, этот “хмурый гений”, был одним из отцов научной революции, соперником Исаака Ньютона и одним из первых членов Лондонского королевского общества. Как и многие ученые того времени, он оставил след сразу в нескольких научных дисциплинах – от механики (в его честь назван закон упругости, или закон Гука) до измерения време-

ни (хронометрии) и астрономии. Однако самым значимым его достижением стала, пожалуй, книга 1665 года “Микрография” (*Micrographia*) – первая заметная публикация Лондонского королевского общества²⁴.

В своей “Микрографии” Гук описывает результаты собственных наблюдений за различными объектами, проведенных при помощи модернизированного микроскопа. К тому времени микроскопы, существовавшие уже не одну сотню лет, были значительно усовершенствованы, и потому Гук смог рассмотреть детали, которые до того никому не удавалось увидеть. Свою книгу он щедро снабдил иллюстрациями, что и определило произведенный ею гигантский эффект.

В одном из разделов Гук описывает вид тонкого среза винной пробки. Оказалось, что эта последняя сплошь покрыта бесчисленными крошечными “комнатками”, или полостями. Они напомнили Гуку маленькие кельи монахов, “клетушки”, поэтому он и назвал их клетками (по-английски *cell*).

В те же годы в голландском городе Делфт жил Антони ван Левенгук, который тоже экспериментировал с микроскопами. Он разработал метод получения особенно качественных линз, благодаря которым мог различать даже более мелкие детали, чем Гук. О своем эпохальном открытии Левенгук

²⁴ Hooke R. *Micrographia: or Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses. With Observations and Inquiries Thereupon*. 1665. Royal Society, London.

рассказал в октябре 1676 года в письме Лондонскому королевскому обществу. После долгих и жарких дебатов оно все же было опубликовано – через год. В этих спорах Гук выступил на стороне Левенгука – потому, в частности, что лично проверил некоторые из его наблюдений²⁵.

Свою статью Левенгук начинает с совершенно удивительного утверждения. Мол, в 1675 году он обнаружил “живые существа в дождевой воде”, которая несколько дней простояла в глиняном горшке. Эти крошечные существа были в десять тысяч раз меньше, чем любые из видимых невооруженным глазом. Описание разнообразия форм и поведения этих малюсеньких “анималькулей”, или “живых атомов” (как назвал их Левенгук), занимает целых одиннадцать страниц. Одни из них поначалу имели овальную форму, но в какой-то момент становились почти идеально круглыми. Другие, “длиной вдвое больше ширины”, вроде бы имели “маленькие ножки, с помощью которых чрезвычайно резво передвигались”.

Левенгук открыл микроорганизмы – живые существа, которые много меньше даже самых крошечных насекомых и клещей. И заодно выяснил, что они есть буквально везде – в воде из пруда, в море, на поверхности разных предметов, даже в воздухе. Стоит ли удивляться скептицизму его уче-

²⁵ Van Leeuwenhoek A. *Observations, communicated to the publisher by Mr. Antony van Leewenhoeck, in a dutch letter of the 9th Octob.* 1676. Philosophical Transactions, vol. 12, n. 133, pp. 821–831. 1677.

ных коллег? Однако наблюдения Левенгука были неопровержимы, так что вскоре наука о микроорганизмах начала бурно развиваться. Позднее ученые распределяют всю эту микроскопическую живность по разным группам, которые получают название “амебы” и “бактерии”; эти термины используются и сейчас. Но главный вывод Левенгука заключался в том, что все это клетки, те же самые клетки, что рассматривал Гук. Они различались формой и размерами, а некоторые из них были вдобавок закованы в защитную “броню” или снабжены чем-то вроде крутящихся и бьющих хвостов. И все же каждая такая анималькуля являлась именно отдельной клеткой.

Прошло еще 150 лет, и клетки выявились буквально повсюду. По мере того, как под микроскопы попадали новые ткани, биологи обнаруживали все больше новых клеток. Клетки мозга, клетки крови, клетки печени, мышечные клетки, отдельные нервные клетки длиной более одного метра, раздавшиеся вширь яйцеклетки и резво виляющие хвостами сперматозоиды. Казалось, нет в человеческом теле и других организмах ничего, что не состояло бы из клеток.

В 1838 году немецкий ботаник Маттиас Шлейден сказал то, что многие его современники-биологи давно предполагали, однако не озвучивали. В работе с пышным заглавием “Дополнения к нашим знаниям о фитогенезе” (*Contributions to Our Knowledge of Phytogenesis*) Шлейден описывает анатомическое строение и рост растений и отмечает: именно клет-

ки являются основой того, что делает растение растением²⁶. Он подчеркивает, что “рост растения сводится исключительно к образованию клеток внутри других клеток”.

Тем временем другой немецкий биолог, Теодор Шванн, рассматривал в микроскоп клетки животных. Предполагается, что двое этих ученых как-то за обедом поговорили о работе и Шванн осознал сходство между изучаемыми Шлейденом растительными клетками и клетками животных, объектами своего изучения. В результате в 1839 году вышла его книга “Микроскопические исследования в области схождения структуры и роста у животных и растений” (*Microscopical Researches into the Accordance in the Structure and Growth of Animals and Plants*). В ней Шванн делает следующий очевидный шаг и заявляет, что не только растения, но и вообще все живые организмы в качестве основы имеют клетки²⁷. Именно это объединяет синего кита с красным мухомором. Вопреки всем их различиям оба состоят из одинаково устроенных клеток.

“До чего же велико различие между мышечной и нервной клетками, между последними и клеточной тканью (которая используется только применительно к растениям), эластичной и ороговевшей тканями, и так далее, – пишет Шванн,

²⁶ Schleiden M. J. *Beiträge über Phytogenesis*. Müller's Archiv für Anatomie and Physiologie, pp. 137–176. 1838.

²⁷ Schwann T. *Microscopical Researches into the Accordance in the Structure and Growth of Animals and Plants*. 1839.

прилагая все усилия к тому, чтобы читатель понял особую важность этих слов. — Однако когда мы обращаемся к истории развития данных тканей, мы понимаем, что все это многообразие форм объединяет происхождение от клеток и только от клеток, которые совершенно аналогичны таковым у растений и которые демонстрируют потрясающее сходство в некоторых самых существенных процессах, которые они сами и делают возможными”.

Суть идеи Шванна заключалась в том, что все живое либо состоит из клеток, либо, если речь идет о чем-то вроде ногтей и перьев, создано клетками. Позже она получила название “клеточная теория”, и в наши дни ее правильность не вызывает сомнений.

Как одна клетка может породить другую? Ответ на этот вопрос отыскивался постепенно, на протяжении 1830-х годов, по мере того, как ученые наблюдали за данным процессом в свои микроскопы²⁸. Все оказалось очень просто: клетка умеет делиться надвое. Если она имеет сферическую форму, то сначала образует посередине перемычку. Затем перемычка постепенно сужается, и клетка приобретает форму галстука-бабочки. Наконец перемычка исчезает, и вместо единственной материнской клетки мы имеем две дочерние.

Последний штрих был нанесен биологом Робертом Рема-

²⁸ Baker J. R. *The Cell-theory: a Restatement, History, and Critique. Part IV. The Multiplication of Cells*. Quarterly Journal of Microscopical Science, vol. 94, iss. 4, pp. 407–440. 1953.

ком²⁹, уроженцем Пруссии. Он пришел к выводу, что процесс деления клеток является единственным путем образования новых клеток. В 1840-е – 1850-е годы Ремак опубликовал целый ряд доказательств, но их никто не принял всерьез. Вдобавок – из-за иудейского вероисповедания – Ремаку много раз отказывали в получении профессорского звания, которого тот, несомненно, был достоин. В итоге идеи Ремака распространились благодаря Рудольфу Вирхову, который в 1855 году свел их к лаконичному *Omnis cellula e cellula* (лат. “клетка возникает только от клетки”). К тому времени Вирхов построил чрезвычайно успешную карьеру (он уже стал первооткрывателем лейкемии, и ему предстояло сыграть важную роль в создании общественного здравоохранения), однако не счел нужным как-либо упомянуть вклад Ремака. Лишь спустя три года он с неохотой и оговорками признал, что использовал работы своего предшественника.

Эта череда открытий (и один случай откровенного плагиата) привела к ответу на наш вопрос. Итак, поскольку все живое вокруг нас состоит из клеток, то, наверное, и первый живой организм тоже был клеткой – хотя, разумеется, более простой, чем современные клетки. И в этом случае вопрос “Как началась жизнь?” сводится к вопросу “Как возникла самая первая клетка?”

Здесь кое-кто из читателей может запротестовать. Разве

²⁹ Lagunoff D. *A Polish, Jewish Scientist in 19th-Century Prussia*. Science, vol. 298, iss. 5602, p. 2331. 2002.

вирусы – это не нечто несомненно живое и устроенное еще более просто, чем клетки? Все-таки вирусы намного меньше – недаром же их открыли только в 1890-е годы, когда миновало уже больше двух столетий с того дня, как Левенгук заметил своих анималькулей. Обычный вирус – это всего лишь оболочка, в которую упаковано небольшое количество генов. Однако именно эта простота и делает вирусы плохими кандидатами на звание первого организма. Вирусы упростились настолько, что оказались неспособны к самостоятельному существованию. Для размножения и процветания им абсолютно необходимо проникнуть в клетку и завладеть ее внутренней машинерией, так что вирусы, пожалуй, все же не являются живыми в полном смысле этого слова. Очень может быть, что в ходе эволюции они возникли после клеток, на которых и начали паразитировать. Видимо, первой жизнью могли быть только клетки.

Теперь давайте обратимся к вопросу о месте зарождения жизни. Уж на него-то ответить совсем не трудно. Единственное известное нам место, где существует жизнь, это Земля. Поэтому будет естественным считать, что именно наша планета является местом зарождения жизни. Однако некоторые ученые полагают иначе: по их мнению, жизнь зародилась где-то за пределами нашей планеты и лишь потом была перенесена на Землю. Существует ряд вариантов этой так называемой “панспермии”; подробнее мы поговорим о ней в 6 главе. Пока же отметим, что, несмотря на активные поиски, жизнь

в космосе обнаружить не удалось – скорее всего, это подрывает данную идею на корню.

Остается вопрос времени. Как долго было открыто окно возможностей для возникновения на Земле жизни? Чтобы понять это, необходимо выяснить, во-первых, возраст планеты Земля и, во-вторых, как давно на ней существует жизнь, то есть, по сути, узнать возраст наиболее древних свидетельств жизни.

Первым был получен ответ на вопрос о возрасте Земли.

Обсуждение этой темы обычно начинается с насмешек над ирландским архиепископом Джеймсом Ашшером, который в 1650 году заявил, что Земля была создана Богом в момент наступления темноты 22 октября 4004 года до Рождества Христова³⁰. Ашшер получил эту дату путем сложения возраста ключевых действующих лиц Библии, дополнительно сверяясь с современными ему сведениями из древней истории, а также астрономии. Споры нет, Ашшер безнадежно ошибся, однако высмеивать его все-таки несправедливо. Труды Ашшера были написаны до того, как возникла наука в современном ее понимании. К 1650 году Коперник и Галилео Галилей уже внесли свой вклад в копилку знаний, однако Исааку Ньютону было всего восемь лет, а геологии как са-

³⁰ Ussher J. *Annales Veteris Testamenti, a prima mundi origine deducti, una cum rerum Asiaticarum et Aegyptiacarum chronico, a temporis historici principio usque ad Maccabaicorum initia producto*. 1650.

мостоятельной науки не существовало вовсе. С учетом этого вычисления Ашшера следует признать очень тщательными. Палеонтолог Стивен Джей Гулд мужественно защищал Ашшера, подчеркивая сложность построения временной шкалы на основе Библии, которая часто не указывает даты и вынуждает проводить параллели с историей Рима и Персии³¹. “Ашшер являл собой пример лучшего академического ума своего времени”, – пишет Гулд. Единственной ошибкой епископа было считать (подобно многим его современникам) Библию совершенно надежным источником.

За два следующих века ученые выяснили, что горные породы земной коры образуют отдельные слои и что более глубокие слои старше тех, которые расположены ближе к поверхности. Каждый из слоев относится к определенному периоду истории Земли – этим периодам позже дали названия, такие, к примеру, как “юрский”. К середине XIX столетия геологи (включая Чарльза Лайеля) пришли к выводу, что слои образовались в ходе длительного и постепенного отложения мелких частиц, – но вот установить их точный возраст возможным пока не представлялось.

Одно из первых кропотливых вычислений выполнил в XIX веке физик Уильям Томсон, который позже получил дворянский титул и стал известен как первый лорд Кельвин. Томсон был убежденным христианином и скептически относился к теории эволюции Дарвина. Однако он был еще и

³¹ Gould S. J. *Fall in the House of Ussher*. Natural History, vol. 100, pp. 12–21. 1991.

экспертом в области термодинамики – науки о тепле и о том, насколько быстро остывают те или иные объекты. Кельвин начал с предположения, что исходно Земля была очень горячей, – ведь ее более глубокие слои до сих пор имеют гораздо более высокую температуру. Это навело ученого на мысль, что наша планета остывает. В 1864 году он примерно оценил ее возраст: Земле от 20 до 400 миллионов лет³². Судя по наблюдаемой температуре, старше она быть не могла. К 1897 году Кельвин остановился на 20 миллионах.

Кельвин тоже безнадежно ошибался, но, опять-таки, в этом не было его вины. Одним из эпохальных открытий того времени стала радиоактивность, о которой впервые услышали лишь в 1896 году. В недрах Земли покоится множество радиоактивных горных пород, которые излучают тепло, – но Кельвин об этом ничего не знал. Он считал, что и Солнце столь же молодо, ведь в то время никто не мог вообразить, что звезда может сиять многие миллионы лет. Все изменило открытие в 1930-е годы ядерного синтеза. Стало понятно, что Солнце является колоссальным источником энергии и может оказаться очень древним, – и такой же древней может оказаться наша Земля³³.

Открытие радиоактивности оказалось ключом к получе-

³² Thomson W. *On the Secular Cooling of the Earth*. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, XXIII, pp. 160–161. 1864.

³³ Stacey F. D. *Kelvin's age of the Earth paradox revisited*. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, vol. 105, iss. B6, pp. 13155–13158. 2000.

нию правильной оценки возраста Земли. Это весьма любопытная история, однако мы сразу перейдем к ее развязке. В начале XX века физики выяснили, что некоторые атомы нестабильны и склонны разрушаться (или распадаться) на более мелкие и устойчивые атомы. При этом высвобождаются очень маленькие порции радиации.

Дело в том, что атом не является единой частицей, как это считали на протяжении длительного времени. В действительности он “сделан” из более мелких частиц трех типов. Всякий атом имеет центральную часть – ядро, состоящее из специфического для него числа протонов и нейтронов. Это ядро окружено “облаком” электронов. Вся суть атома заключена как раз в его ядре, поскольку протоны и нейтроны в нем должны быть упакованы строго определенным образом. И если частиц того или иного сорта в нем слишком мало или слишком много, то такое ядро становится нестабильным.

Каждый из радиоактивных элементов распадается с вполне определенной скоростью. Представьте, что у вас есть слиток урана-238 (самой распространенной разновидности урана) и что в этом слитке ровно 1000 атомов. Потребуется 4468 миллионов лет для того, чтобы половина их (то есть 500) распалась с образованием атомов свинца. Далее потребуется еще 4468 миллионов лет для распада половины оставшегося урана (250 атомов) – и так вновь и вновь вплоть до момента, когда урана уже не останется и слиток окажется полностью свинцовым. Этот период в 4468 миллионов лет, за который

содержание урана-238 убывает вдвое, называют его периодом полураспада (англ. *half-life*). Поскольку каждый радиоактивный элемент имеет собственный период полураспада (установленный в эксперименте и постоянный), эта характеристика может быть использована для датировки горных пород (то есть оценки их возраста). Первым прошел по этому пути американский радиохимик Бертрам Болтвуд, измеривший в 1907 году соотношение урана и свинца в горных породах и заключивший, что им по меньшей мере 400 миллионов лет³⁴.

Однако вскоре стало понятно, что в действительности проблема гораздо сложнее. Оказалось, что уран – не единственный радиоактивный элемент, который распадается с образованием свинца. К тому же существует несколько разновидностей самого урана, и все они распадаются с разной скоростью.

Проблему, причем практически единолично, решил “тихий и непритязательный” Артур Холмс³⁵. Свою первую статью он опубликовал в 1911-м, всего через два года после окончания университета. В ней Холмс описал успешную датировку горной породы девонского периода – тех времен, когда широко распространились первые наземные растения, а

³⁴ Boltwood B. B. *Ultimate Disintegration Products of the Radio-active Elements. Part II. The disintegration products of uranium*. American Journal of Science, series 4, vol. 23, pp. 77–88. 1907.

³⁵ Dunham K. C. *Arthur Holmes*. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, vol. 12, pp. 290–310. 1966.

океан заполонили первые рыбы. Холмс сделал вывод, что его образцам 370 миллионов лет, – и это число соответствует девонскому периоду в современном понимании³⁶.

Два года спустя Холмс выпустил свою первую книгу, “Возраст Земли” (*The Age of the Earth*), – ее написанию не помешало даже то, что в это самое время автор принимал участие в геологоразведочных работах в Мозамбике. (Путешествие, кстати, едва не кончилось для Холмса трагически из-за заражения малярией.) В книге приведены доказательства того, что радиоактивный распад может служить надежным способом для установления возраста Земли, и – на основании датированных Холмсом ранее пород – сделано предположение, что нашей планете 1 миллиард 600 миллионов лет³⁷.

На протяжении следующих двух десятков лет Холмс продолжал отодвигать результаты своего радиометрического датирования в прошлое. (Две новые редакции его книги вышли в 1927 и 1937 годах.) Затем им была обнаружена порода возрастом 3 миллиарда лет – на этой цифре он настаивал в 1946 году³⁸.

В этом месте история слегка запутывается, поскольку

³⁶ Holmes A. *The Association of Lead with Uranium in Rock-Minerals, and Its Application to the Measurement of Geological Time*. Proceedings of the Royal Society A, vol. 85, iss. 578, p. 248. 1911.

³⁷ Holmes A. *The Age of the Earth*. 1913. Harper & Brothers.

³⁸ Holmes A. *An estimate of the age of the Earth*. Nature, vol. 157, pp. 680–684. 1946.

Холмс, много лет использовавший радиометрический анализ, внезапно узнал, что его повсюду применяют и другие исследователи. Методики датировки были усовершенствованы, их даже начали использовать для изучения метеоритов – которые, как предполагалось, образовались одновременно с Землей, но не прошли через выветривание и прочие передряги, случившиеся на нашей планете.

Поворотным оказался 1953 год, когда двое ученых независимо друг от друга пришли к одному и тому же в целом правильному результату. Первый из них – это немец Фридрих Хоутерманс, побывавший в заключении и в Советском Союзе, и в нацистской Германии, а впоследствии получивший всеобщее признание как эксперт в области радиохимии. При исследовании состава метеорита Хоутерманс сделал вывод, что “небесному камню” 4,5 миллиарда лет, и предположил, что и нашей планете столько же³⁹. За несколько месяцев до того Клэр Паттерсон озвучил близкие к этим данные – он получил их, изучая метеорит из Каньона Дьявола (тот самый, который создал колоссальный кратер Бэрринджера в Аризоне)⁴⁰. Паттерсону обычно отдают пальму первенства, хотя такое предпочтение выглядит откровенно нелепым. Оба ученых пришли к этому выводу почти одновременно, так что

³⁹ Houtermans F. G. *Determination of the age of the Earth from the isotopic composition of meteoritic lead*. Nuovo Cimento, vol. 10, iss. 12, pp. 1623–1633. 1953.

⁴⁰ Patterson C. C. *The isotopic composition of meteoritic, basaltic and oceanic leads, and the age of the Earth*. Proceedings of the Conference on Nuclear Processes in Geologic Settings, Williams Bay, Wisconsin, Sept. 21–23, 1953, pp. 36–40.

успех было бы справедливо разделить между ними поровну. Позднее Паттерсон исправил некоторые неточности в своих результатах и надлежащим образом обнародовал их в 1956 году⁴¹

⁴¹ Patterson C. C. *Age of meteorites and the Earth*. Geochimica et Cosmochimica Acta, vol. 10, pp. 230–237. 1956.

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.