

Путеводитель зоолога по Галактике

Что земные животные
могут рассказать
об инопланетянах —
и о нас самих

Книжные проекты
Дмитрия Зимина

АНО
Альпина нон-фикшн

Арик
Кершенбаум

Арик Кершенбаум
Путеводитель зоолога по
Галактике. Что земные
животные могут рассказать об
инопланетянах – и о нас самих

Текст предоставлен правообладателем

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=66780003

Путеводитель зоолога по Галактике: Что земные животные могут рассказать об инопланетянах – и о нас самих: Альпина нон-фикшн;

Москва; 2022

ISBN 9785001394174

Аннотация

В этой книге выдающийся зоолог из Кембриджа Арик Кершенбаум приглашает читателя вообразить инопланетную жизнь. Однако в своих фантазиях ученый опирается на дарвиновскую теорию эволюции, наблюдения за всеми формами жизни на Земле, а главное – на универсальные физические и биологические законы, применимые ко всей Вселенной. Автор объясняет, какими свойствами непременно должны обладать инопланетяне, как они могут передвигаться, взаимодействовать и общаться между собой. Может ли у них по аналогии с земными рыбами развиваться электрическая коммуникация? Реально ли

существование планет, на которых животные движутся со сверхзвуковой скоростью? Или миров, обитатели которых разговаривают на языке запахов? Неизбежно ли сотрудничество между ними и развитие технологий? В увлекательной и доступной форме. Путеводитель зоолога по Галактике. знакомит нас с новейшими научными данными о том, как на самом деле устроено все живое на Земле и во всей Вселенной.

Содержание

1		11
2		36
	Естественный отбор: универсальный механизм	44
	Конвергенция: наш ключ к внеземной жизни	56
	Конец ознакомительного фрагмента.	66

Арик Кершенбаум

Путеводитель зоолога по

Галактике: Что земные

животные могут рассказать

об инопланетянах –

и о нас самих

Переводчик *Мария Елифёрова*

Научный редактор *Сергей Ястребов*

Редактор *Валентина Бологова, канд. биол. наук*

Издатель *П. Подкосов*

Руководитель проекта *И. Серёгина*

Ассистент редакции *М. Короченская*

Корректоры *Е. Воеводина, Е. Чудинова*

Компьютерная верстка *А. Фоминов*

Арт-директор *Ю. Буга*

Дизайн обложки *Luke Bird*

Иллюстрации на обложке *Shutterstock*

© Arik Kershenbaum, 2020

Выдержки из одиннадцатой главы взяты из:

С. 345–346: *The Blind Watchmaker* by Richard Dawkins

© Richard Dawkins, 1988.

C. 348: *Out of the Silent Planet* by C. S. Lewis © C. S. Lewis Pte Ltd, 1938.

© Издание на русском языке, перевод, оформление. ООО «Альпина нон-фикшн», 2022

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.

* * *

Арик Кершенбаум



Путеводитель
зоолога
по Галактике



Что земные животные
могут рассказать
об инопланетянах —
и о нас самих

Перевод с английского



Моему псу Дарвину, который открыл мне, как много общего у представителей разных видов.

И моему отцу, научившему меня искать во всем различия и сходства



Книжные проекты Дмитрия Зими́на

Эта книга издана в рамках программы «Книжные проекты Дмитрия Зими́на» и продолжает серию «Библиотека «Династия»». Дмитрий Борисович Зими́н – основатель компании «Вымпелком» (Veeline), фонда некоммерческих программ «Династия» и фонда «Московское время».

Программа «Книжные проекты Дмитрия Зими́на» объединяет три проекта, хорошо знакомые читательской аудитории: издание научно-популярных переводных книг «Библиотека «Династия»», издательское направление фонда «Московское время» и премию в области русскоязычной научно-популярной литературы «Просветитель».

Подробную информацию о «Книжных проектах Дмитрия Зими́на» вы найдете на сайте

ziminbookprojects.ru.

1

Введение

Существование внеземной жизни во Вселенной представляется практически неизбежным. Вероятность того, что мы о ней что-то узнаем, представляется практически нулевой. Однако моя задача – продемонстрировать вам, что на самом деле у нас немало оснований судить о внешнем виде инопланетян, их образе жизни и поведении.

Мы все больше укрепляемся в уверенности, что внеземная жизнь существует, а также – и это по-настоящему будоражит воображение – что когда-нибудь нам удастся ее найти. В 2015 г. ведущий специалист NASA Эллен Штофан предсказывала, что жизнь на других планетах будет обнаружена в ближайшие 20–30 лет. Конечно, она имела в виду микроорганизмы или их внеземные аналоги, а не обязательно разумные существа. Но сама идея все же потрясает. Мы прошли путь от одержимости мыслью, что инопланетяне существуют, появившейся на заре двадцатого столетия, до самодовольного пессимизма 1970–1980-х гг. и вновь вернулись к сдержанному научному оптимизму. Эта книга расскажет о том, как можно использовать трезвый научный подход, чтобы с определенной долей уверенности сделать выводы о внеземной жизни – и в особенности о разумной внеземной жиз-

ни.

Если только инопланетяне не высадутся в Нью-Йорке, как мы можем узнать, что они собой представляют на самом деле? Стоит ли нам полагаться на воображение голливудских режиссеров и писателей-фантастов? Возможно, инопланетные существа окажутся не более причудливыми, чем кенгур с его огромными ногами, приспособленными для прыжков, или переливающийся всеми цветами радуги кальмар, который плывет в море за счет реактивной тяги, выбрасывая струю воды. Доверившись универсальным законам биологии, которым подчиняемся все мы – земные создания, как и жители других миров, мы можем предположить, что те же *причины*, которые привели к возникновению адаптаций у животных на Земле, могут вызывать адаптации у живых существ и на других планетах. Прыжки или использование реактивной струи будут столь же подходящими способами передвижения на экзопланетах, как и на Земле.

Насколько распространена жизнь во Вселенной? До 1990-х гг. существование планет у других звезд (экзопланет) было лишь предметом домыслов и некоторых математических расчетов. Мы не имели внятных представлений о том, сколько планет может быть в Галактике и каковы их свойства: температура, сила тяжести, атмосфера, химический состав. Когда технический прогресс достиг уровня, на котором появилась возможность непосредственно обнаружить планеты у других звезд, снова поднялась волна энтузиазма. Может, и

в самом деле найдутся экзопланеты, где существует жизнь?

Первые полученные данные разочаровывали. Немногочисленные открытые планеты оказались горячими газовыми гигантами – не очень благоприятными для известных нам форм жизни, как, впрочем, и для неизвестных. Но не прошло и 20 лет после открытия первой экзопланеты, как наступил существенный прорыв. Для поиска потенциальных планет был запущен орбитальный телескоп «Кеплер», нацеленный на определенный крохотный участок звездного неба. Уже в первые шесть недель работы «Кеплера» были открыты пять новых экзопланет. К моменту завершения его миссии в 2018 г. количество обнаруженных планет достигло невообразимой величины – 2662, и все они вращались вокруг звезд в небольшом уголке видимой небесной сферы, который, вытянув руку, можно заслонить кулаком.

Открывающиеся перспективы поражают воображение. В Галактике оказалось намного больше планет, чем считалось прежде, и благодаря усовершенствованным методам измерений мы теперь гораздо больше знаем об их природе. Мы обнаружили планеты с различными физическими условиями – от горячих газовых экзопланет величиной с Юпитер до тех, что удивительно похожи на Землю¹. Вселенная теперь выглядит куда более густонаселенной, чем она представлялась в 2009 г., и наши внуки вряд ли поверят, что когда-то мы

¹ Таскер Э. Фабрика планет: Экзопланеты и поиски второй Земли. – М.: Альпина нон-фикшн, 2019.

считали землеподобные планеты редкостью. У нас больше нет поводов утверждать, будто во Вселенной не хватает мест, подходящих для внеземной жизни.

Теперь мы гораздо лучше представляем себе, какие условия физической среды могут существовать на других планетах, и все чаще можем измерить их непосредственно. Разрабатываются новые инструменты и приборы, способные определить химический состав атмосферы планеты по изменениям спектра, проходящего сквозь эту атмосферу света звезды, вокруг которой планета вращается. Разумеется, мы будем искать кислород, но, кроме того, сложные химические вещества, которые могут указывать на присутствие индустриальной цивилизации. По иронии судьбы загрязнение окружающей среды – один из признаков разумной жизни в космосе.

Так или иначе, жизнь возникла во Вселенной как минимум один раз, и мы – явное тому доказательство. Но как это произошло, неизвестно. Конечно, имеется много гипотез о механизмах возникновения жизни на Земле. Скорее всего, основные химические соединения, необходимые для жизни, образовались случайно, а затем, по чистому везению, соединились в особый тип молекулы, способной создавать копии самой себя. В целом подобное стечение обстоятельств маловероятно. Означает ли это, что жизнь на других планетах возникла тем же путем? Вовсе нет. На самом деле неизвестно, насколько процессы, которые, как предполагается, происходили на Земле, осуществимы или неосуществимы на

других планетах. Биохимическая основа инопланетной жизни может быть углеродной и похожей на нашу, или углеродной, но непохожей на нашу, или какой-то совсем иной.

Законы химии изучены достаточно хорошо, так что многие из этих гипотез можно проверить лабораторным путем, установив, какие химические соединения стабильны, а какие – нет. Мы полагаем, что химические соединения, из которых состоит наш собственный организм, прекрасно подходят в качестве ингредиентов «живого». Но стоит выйти за пределы простейших представлений о том, какой может быть инопланетная биохимия, как начинает сгущаться туман неведения. У нас нет образцов инопланетных животных и растений для исследований – нет даже ответа на вопрос, применимы ли понятия «растение» и «животное» к обитателям других планет. Хотя в NASA перспективы поиска признаков внеземной жизни оценивают с оптимизмом, межзвездные расстояния настолько огромны, что потребуются колоссальный технологический скачок, чтобы *побывать* на планетах за пределами Солнечной системы. Можно моделировать инопланетные биохимические процессы в лаборатории, но посмотреть в бинокль на инопланетных птичек – задача посложнее.

Одно из препятствий к пониманию природы инопланетян состоит в том, что в качестве отправной точки для сравнения у нас есть всего один тип жизни – земной. Насколько пригоден этот единственный пример жизни для того, чтобы

судить о других планетах? Некоторые утверждают, что рассуждения о природе внеземной жизни – бесплодные домыслы; что наше воображение слишком тесно привязано к нашему собственному опыту, чтобы мы могли представить себе поразительно разнообразные и неведомые нам возможности, способные реализоваться в иных мирах. Писатель-фантаст, автор сценария фильма «2001: Космическая одиссея» и одноименного романа² Артур Кларк в книге «Черты будущего»³ писал: «Нигде в космосе мы не увидим знакомых очертаний деревьев и трав, ничего подобного животным, населяющим наш мир». Бытует расхожее представление, что инопланетная жизнь слишком чужда, чтобы ее можно было вообразить. Я с этим не согласен. Наука дает нам возможность выйти за пределы подобных пессимистических воззрений, и мы все же способны найти некоторые подсказки, позволяющие представить, как может выглядеть внеземная жизнь. Эта книга о том, как применить наши знания об устройстве жизни и, что еще важнее, о ее *эволюции*, чтобы понять, какой может быть жизнь на других планетах.

Как получилось, что сугубо земной зоолог вроде меня – больше привыкший выслеживать волков в снегах Скалистых Гор или наблюдать за пушистыми даманами на холмах Галилеи – заинтересовался поисками внеземной жизни? Одна из тем моих исследований – коммуникация у животных, в част-

² Кларк А. 2001: Космическая одиссея. – М.: Эксмо, 2018.

³ Кларк А. Черты будущего. – М.: Мир, 1966.

ности вопрос о том, почему они издают те или иные звуки. В 2014 г. я выступил в Рэдклиффском институте перспективных исследований в Гарварде с докладом под названием «Если бы птицы умели говорить, мы бы заметили это?» (If birds could talk, would we notice?). Нам может казаться само собой разумеющимся, что у людей есть речь, а у других животных нет – но откуда нам это *знать наверняка*? Я искал математические признаки «языка» в коммуникации животных – четкие критерии, по которым можно сказать: «Да, это язык», или: «Нет, это не язык». При поддержке некоторых доброжелательных, но слегка эксцентричных коллег я решился сделать следующий очевидный шаг и поставить тот же вопрос в отношении сигналов из космоса. Язык это или нет? Если язык, то какие существа могут на нем общаться? Отсюда становится ясно, что наши знания о прочих аспектах жизни на Земле, таких как добывание пищи, размножение, конкуренция и сотрудничество, также могут быть экстраполированы и на другие планеты.

Но зачем изучать внеземные формы жизни с точки зрения *зоологии*, коль скоро мы ни разу не видели инопланетян и даже не знаем наверняка, существуют ли они? Когда студенты приходят в университет сразу после школы и экзаменов, где их терзали, проверяя способность запоминать огромное количество фактов, наша первоочередная задача как преподавателей – объяснить им, что факты знать хорошо, но надо учиться мыслить концептуально, пытаться осознать не толь-

ко *что* происходит в природе, но и *почему*. Понимание *процессов* лежит в основе земной зоологии, но оно также может помочь нам разобраться в зоологии других планет. Пока я пишу эти строки, наши второкурсники здесь, в Кембридже, готовятся к полевой экспедиции на Борнео. Некоторые из них впервые в жизни выезжают за пределы Великобритании. Требуется ли от них вы зубрить наизусть определитель сотен видов птиц и тысяч видов насекомых Борнео? Конечно, нет. Как и будущие первопроходцы инопланетных миров, они должны вооружиться в первую очередь пониманием принципов эволюции, породившей все разнообразие форм жизни, с которыми они встретятся. Только при наличии четких представлений об этих принципах мы сможем изучать животных, которых обнаружим на дальних планетах.

Многие убеждены, что законы физики и химии универсальны и неоспоримы. На Земле они работают так же, как работали бы на любой экзопланете. Предсказания, которые мы делаем на Земле в отношении поведения физических тел и химических веществ в различных условиях, должны быть верны и в отношении возможного поведения тех же тел и веществ в аналогичных условиях в других частях Вселенной. Мы уверены, что в науке все именно так и происходит. Однако биология, по мнению некоторых, является исключением. Нам трудно поверить, что законы биологии, выведенные нами для Земли, применимы и к чужой планете. Карл Саган, один из известнейших астрономов XX в., страстно верил в

существование разумной жизни во Вселенной, но тем не менее писал: «По нашему опыту, биологии свойственны в буквальном смысле слова приземленность и провинциальность, а знакомая нам жизнь – возможно, лишь один частный случай во вселенной разнообразных биологий»⁴.

Когда имеешь дело с неизвестным, безусловно, есть веские основания для осторожности. Но есть основания и для оптимизма; надо лишь постараться отобрать те законы биологии, которые являются действительно универсальными, как универсальны физические законы. Почему биология должна быть «приземленной и провинциальной», а не вселенской? Разве законы природы – физические, химические и биологические – не общие для всей Вселенной? Вряд ли Земля настолько исключительна, что здесь действуют закономерности, не действующие больше ни на одной другой планете. Римский философ Лукреций (ум. в 55 г. н. э.) писал:

Если вещей семена неизменно способна природа

Вместе повсюду сбивать, собирая их тем же порядком,
Как они сплочены здесь, – остается признать неизбежно,
Что во вселенной еще и другие имеются земли,
Да и людей племена и также различные звери⁵.

⁴ И. С. Шкловский и Карл Сеган. Разумная жизнь во Вселенной (Intelligent Life in the Universe by I. S. Shklovskii and Carl Sagan, 1966, p. 183).

⁵ Цит. по: Тит Лукреций Кар. О природе вещей / Пер. с лат. Ф. Петровского.

Итак, мы можем утверждать, что у экзопланет тоже есть «природа», пусть мы их никогда и не видели.

Вопреки популярному заблуждению, мы, зоологи, занимаемся не только поиском, определением и классификацией животных. Как и представители всех других научных дисциплин, мы стремимся объяснить то, что наблюдаем в окружающем мире. Задача зоологии и эволюционной биологии в целом – предлагать гипотезы, объясняющие природу жизни. *Почему* львы живут прайдами, а тигры охотятся поодиночке? *Почему* у птиц только два крыла? *Почему*, если уж на то пошло, у подавляющего большинства животных есть правая и левая стороны? Одних наблюдений недостаточно. Нам требуется вывести целый ряд законов для жизни так же, как физики выводят законы для звезд и планет. Если биологические законы универсальны, они будут действовать на другой планете так же, как закон всемирного тяготения.

Однако биология, несомненно, представляется изменчивой и непредсказуемой областью. Физик обладает точным пониманием того, как мяч скатывается с горы, и способен выдать вам набор уравнений, предсказывающих движение мяча с горы в любой точке Вселенной. Физические эксперименты проводятся в упрощенных, надежно контролируемых условиях, которых просто не бывает в мире биологии. Есть известный анекдот о том, как физик пытался вывести уравнения, предсказывающие поведение коня, и в конце концов

объявил, что это возможно, но только для сферического коня в вакууме. Настоящие кони вне компетенции «физики», и физик сказал бы, что они непредсказуемы. Но почему движение мяча предсказуемо, а поведение коня нет?

Живые системы как будто бы не подчиняются строгим правилам, поскольку они чрезвычайно сложны. С математической точки зрения сложная система – это такая система, которая состоит из множества взаимозависимых подсистем. Оказывается, достаточно небольшой взаимозависимости сравнительно простых подсистем, чтобы поведение системы в целом обрело заметную сложность и непредсказуемость – *хаотичность*, выражаясь профессиональным языком. Попробуйте-ка предсказать, как поведут себя все взаимодействующие органы вашего тела. Или еще лучше, представьте себе каждую клетку в каждом органе или каждый белок в каждой клетке каждого органа – и так далее... Мельчайшие изменения одного элемента могут повлечь за собой непредсказуемый каскадный эффект. Даже простейшие формы жизни, безусловно, сложны. А сложные системы труднопредсказуемы.

Одно из самых досадных свойств непредсказуемой сложной или хаотической системы – то, что, сколько ее ни изучай, постичь все до единого ее секреты невозможно. Мы привыкли к мысли, что, если изучить что-то достаточно основательно, мы достигнем полного понимания предмета. На этой идее, как может показаться, и основана наука. Но теория хао-

са гласит, что в некоторых случаях, даже если изучить систему в сто раз тщательнее, точность предсказания повышается всего в десять раз. Можно вкладывать все больше и больше ресурсов в исследование сложной системы, но получать лишь незначительные результаты. Игра явно не стоит свеч. К счастью, у сложных систем есть и другие свойства, называемые *эмерджентными*: при невозможности сделать точное предсказание, как именно они себя поведут, все же можно представить себе это в общих чертах. Например, конь будет щипать траву, пусть мы и не знаем точно, какую именно траву. На практике знание, что «конь будет щипать траву», для меня как биолога полезнее, чем знание, что «конь съест именно *эту* травинку». Вместо того чтобы предсказывать, как будет устроена инопланетная жизнь с биохимической точки зрения или из каких элементов будут состоять глаза инопланетян, мы можем сделать более общие предсказания – например, что биохимические процессы должны обеспечивать их энергией, или поставить вопрос, есть ли у них глаза в принципе.

Каковы же универсальные законы биологии, на основании которых можно делать надежные предсказания о жизни на других планетах? Первый и важнейший из них: эволюция сложных форм жизни происходит путем естественного отбора. Трудно переоценить значение этого процесса, который служит краеугольным камнем биологического знания со времен основополагающей работы Чарльза Дарвина. Естествен-

ный отбор – не только единственный известный механизм, способный создать сложное из простого (если отбросить гипотезу, согласно которой некая божественная сила направляет развитие жизни по пути усложнения), это также *закономерный* механизм, действующий не только на планете Земля и не только для «известной нам жизни». Если мы встретим во Вселенной нечто сложное – того уровня сложности, который позволяет назвать это «жизнью», – то своим существованием оно будет обязано естественному отбору.

Об универсальном характере естественного отбора уже написаны другие замечательные книги⁶, но мои соображения заходят столь далеко, что в следующем разделе мне придется подробнее объяснить, как следует понимать мое утверждение, что «инопланетные формы жизни возникли благодаря естественному отбору». Как отметил философ Дэниел Деннет, естественный отбор и разумный замысел практически одно и то же: накопление полезных признаков и отбрасывание вредных⁷. Проектируя самолеты или канцелярские скрепки, мы сохраняем полезные идеи предыдущих моделей. Отбор и проектирование, однако, различаются тем, что в случае проектирования присутствует долгосрочная цель, тогда как отбор видит лишь на шаг вперед. Жираф не «знает», что длинная шея будет полезной, но тем не менее в ходе

⁶ Докинз Р. Слепой часовщик / Пер. с англ. А. Гопко. – М.: CORPUS, 2015.

⁷ Деннет Д. Опасная идея Дарвина: Эволюция и смысл жизни / Пер. с англ. М. Семиколенных. – М.: Новое литературное обозрение, 2020.

эволюции приобретает ее.

В действительности именно эта недалёковидность естественного отбора значительно облегчает нам предсказания, касающиеся инопланетной жизни. Нам не требуется строить глобальные прогнозы о том, какими «должны» быть инопланетные виды, достаточно лишь учесть условия на данной планете в данное время, чтобы знать, какие признаки возникнут с большой вероятностью. Допустим, если нам известна планета, где есть высокие деревья (или их аналог), можно предположить, что у некоторых животных будут длинные шеи, длинные ноги или что-то подобное.

У эволюции путем естественного отбора имеется еще одно полезное свойство: для нее практически неважно, каким способом осуществляются размножение и сам отбор. Как известно, Ричард Докинз изобрел термин «мем», обозначающий социальное представление или идею (например, религию), которая воспроизводится через общественную коммуникацию и конкурирует с другими идеями, по сути, эволюционным способом⁸. Естественный отбор можно описать в строгих математических категориях, без привязки к какой-либо конкретной биологической системе или типу размножения. Вот почему эта концепция необычайно продуктивна, и ее простота и универсальность означают, что любой вероятный путь развития сложной жизни во Вселенной так

⁸ Докинз Р. Эгоистичный ген / Пер. с англ. Н. Фоминой. – М.: АСТ; CORPUS, 2013.

или иначе вписывается в рамки естественного отбора. Естественный отбор не зависит ни от ДНК, ни от каких-либо специфически земных биохимических процессов. Поэтому нам не нужны точные знания о биохимии пришельцев – как бы она ни была устроена, она является продуктом естественного отбора.

До недавнего времени астробиология, то есть наука о внеземной жизни, традиционно сосредотачивала внимание на нескольких очевидных областях. В основном астробиологов занимает проблема происхождения жизни: как зародилась жизнь на Земле и какие из этого следуют выводы о возможности возникновения жизни на других планетах. Появилась ли жизнь на нашей планете один раз или это происходило неоднократно? Произошло ли это чудесное событие в теплой мелководной лагуне, как предполагал Дарвин, или у жерл подводных вулканов, где горячая вода и изобилие минералов создают идеальную среду для странных и необычных бактериальных сообществ?

Другой существенный вопрос – какие могли бы существовать типы альтернативной биохимии? Возможно, жизнь на других планетах не использует ДНК для передачи наследственной информации, а возможно, инопланетная биохимия совсем непохожа на нашу – например, вместо воды в ней задействован какой-то иной растворитель. Этот вопрос особенно важен, так как многие планеты (включая некоторые и в нашей Солнечной системе) слишком горячие или слиш-

ком холодные, чтобы на них могла существовать жидкая вода. Однако в данной книге эти важные темы обсуждаться не будут. Мы собираемся рассмотреть вопросы, которыми редко задаются астробиологи, а именно: какой облик могли бы иметь *сложные формы* инопланетной жизни? Можно ли сделать какие-либо конкретные умозаключения об экологии и поведении инопланетных живых существ, опираясь на научный инструментарий и те подсказки, которыми мы располагаем на Земле?

Зоолог, смотрящий издалека на недавно открытый континент, будет переполнен идеями о том, какие существа населяют эти земли. И это, скорее всего, будут не праздные домыслы, а вполне обоснованные предположения, исходящие из знания огромного разнообразия уже известных нам животных, а также представлений о том, как адаптации каждого вида связаны с образом жизни: с тем, как животное питается, спит, находит партнеров для размножения, строит гнезда и т. д. Чем больше мы знаем об адаптациях животных, обитающих в «Старом Свете», тем правильнее могут быть наши догадки о тех, кто обитает в «Новом». Это и есть подход, который я собираюсь использовать при обсуждении инопланетной жизни: как бы она ни отличалась от земной, кое-какие сведения о ней можно получить из наблюдений за жизнью на Земле. Эволюционные процессы, характерные для нашей планеты, обусловлены силами и механизмами, которые с немалой вероятностью существуют и в других местах.

Движение, коммуникация, сотрудничество – продукты эволюции, которые служат решением универсальных проблем.

Если у нас когда-либо состоится контакт с внеземной цивилизацией – разумными существами, а не просто микробами или медузами, – в некоторых вещах мы можем быть вполне уверены: они будут обладать теми или иными технологиями (в противном случае как бы мы с ними осуществили контакт?), а это подразумевает, что они способны к сотрудничеству и, следовательно, социальны. Но элементарное знание того, что такой-то вид социален, запускает каскад дополнительных эволюционных следствий. Подобно нам, инопланетяне могут быть жестокими и воинственными; но я готов поспорить, что социальность также невозможна без альтруизма. Если в центре Лондона приземлится корабль пришельцев, то, вне сомнений, члены его экипажа будут общаться между собой на каком-то языке, но какой может быть их речь – звуковой, визуальной или даже электрической, сказать заранее невозможно. Неважно, будет ли у пришельцев две ноги, много ног, или они вообще окажутся безногими, я полагаю, что главной общей чертой между нами и любой другой цивилизацией, которую мы встретим, будет речь.

Строгий научный анализ возможности существования внеземной жизни не так часто, но все же встречается. Мы знакомы с представлениями об инопланетянах по современному научно-фантастическому сериалу «Звездный путь» (Star Trek) и ничуть не более убедительными домыс-

лами Герберта Уэллса в его романе «Война миров» (War of the Worlds). С тех пор как было установлено, что планеты – это самостоятельные материальные миры, не прекращаются попытки определить, есть ли на них жизнь. В 1913 г. британский астроном Эдвард Уолтер Маундер⁹ издал брошюру под заглавием «Обитаемы ли планеты?» (Are the Planets Inhabited?). В ней он со всей научной строгостью анализирует возможность существования жизни в Солнечной системе, рассматривая одну за другой каждую планету, Луну и даже Солнце (вероятность возникновения жизни на Солнце допускал такой выдающийся ученый, как Уильям Гершель, первооткрыватель планеты Уран). Поочередно он отвергает такую возможность для Меркурия, Марса, Луны и Солнца, приводя веские доводы, основанные на современных ему наблюдениях и измерениях. К его рассуждениям трудно придраться даже по сегодняшним меркам.

Однако его выводы зачастую были ошибочны. Наши представления о Вселенной ограничены не только нашими способностями к логическому рассуждению, но также исследовательскими возможностями и пониманием механизмов, ко-

⁹ Помимо этой книжки, написанной весьма доступным языком и предназначенной для широкого круга читателей, Маундер был известен своим стремлением популяризировать астрономию. Вместе со своей женой Анни Расселл, которая также занималась астрономией и окончила Гертон-колледж в Кембридже в эпоху, когда женщинам не разрешалось получать ученые степени, он основал Британскую астрономическую ассоциацию – в пике Королевскому астрономическому обществу, куда женщины не принимались.

торые отвечают за физические и биологические процессы во всем окружающем мире. Мы можем просто ошибиться в расчетах из-за того, что в наших знаниях не хватает какой-то мельчайшей детали. Маундер считал Венеру самой вероятной кандидатурой на роль обитаемой планеты в Солнечной системе, поскольку, по оценкам астрономов того времени, температура ее поверхности составляла около 95°C , и они считали, что закрывающие планету плотные облака состоят из водяного пара. В наши дни благодаря более точным измерительным приборам (не говоря уже о космических аппаратах, высаживавшихся на Венеру) известно, что температура на ее поверхности ближе к 450°C , а красивые белоснежные облака на самом деле состоят из сернистого газа и капель серной кислоты. Недосток надежных данных всегда мешает поиску объяснений, но для нас, как и для Маундера, несовершенство данных не повод отказаться от постановки задачи.

Мы все хотим знать, как выглядят инопланетяне, но едва ли стоит полагаться на фантазии голливудских режиссеров. Веками люди представляли себе инопланетян либо как некие пародии на людей, либо как утрированные версии земных животных, например гигантских пауков или червей, способные лишь вызывать ночные кошмары. Темнота и неизвестность пугают нас так же, как пугали наших предков до изобретения электрического освещения, мы боимся, что «где-то там» нас могут подстергать затаившиеся звери и демоны.

Но сваливать в одну кучу «неизвестное» и «страшное» хорошо лишь в кино, для серьезного исследования такой подход не годится. Возможны ли более научно обоснованные предположения о внешнем виде инопланетян? Увы, даже самые добросовестные попытки серьезного обсуждения этого вопроса пока еще выглядят несколько комично – или являются собой откровенные домыслы.

В то же время *поведение* инопланетян предсказать гораздо легче, чем их облик. Внешний вид в большей степени продукт эволюционной случайности и причуд эмбрионального развития; поведение – более фундаментальная реакция на окружающую среду. У нас две руки и две ноги в основном из-за эволюционного стечения обстоятельств – наши предки, напоминаящие целакантов, пользовались четырьмя плавниками для передвижения по мелководью, где они обитали 400 млн лет назад. Эти четыре конечности достались в наследство всем современным потомкам древних рыб: амфибиям, рептилиям, птицам и млекопитающим. Но если бы наш предок был иным – например, каким-нибудь ракообразным, – мы могли бы стать обладателями шести или восьми ног. А могло бы у нас оказаться нечетное число ног? Решайте сами после того, как прочтете раздел 4, – а заодно поразмышляйте, согласны ли вы с тем, что инопланетянам обязательно нужны ноги.

Поведение служит выполнению общих задач. Например, социальность (о которой пойдет речь в разделе 7) решает

проблемы, возникающие во всех мирах, – проблемы, с которыми невозможно справиться в одиночку, такие как охота на животных крупнее себя или сооружение защитных жилых построек. Если инопланетные существа сталкиваются с проблемами, которые невозможно решить одному, то есть вероятность, что некоторые из этих существ станут социальными. Конечно, наше социальное поведение в целом специфично, и необязательно ждать от инопланетян, что у них будет религия, подобная нашей, или рыночная экономика, но существуют признаки социальности, которые должны носить универсальный характер. Само существование социальности обусловлено такими явлениями, как взаимовыгодное сотрудничество, альтруизм и конкуренция; это движущие факторы эволюции социального поведения, и они должны присутствовать у всякого по-настоящему социального вида.

Другие разделы этой книги посвящены столь же необходимым видам поведения, их эволюционному происхождению и вытекающим из них следствиям: коммуникация, разум, даже язык и культура играют важную роль в наших представлениях о том, что такое человек. Но даже эти «специфические» особенности человеческой природы не настолько уникальны, как представляется на первый взгляд. Эти черты нашего вида, возможно, окажутся общей почвой, сближающей нас с инопланетянами. Какая разница, зеленые они или синие, если у них, как и у нас, есть семьи и домашние животные, если они, как и мы, читают и пишут книги,

заботятся о детях и родственниках?

В каждом разделе книги рассматривается тот или иной аспект поведения земных животных, который не уникален для Земли и попросту не может быть таковым. Мы всегда были склонны приписывать инопланетянам странную внешность, но нам нет нужды выдумывать для них необычное *поведение* – разнообразие форм и видов поведения здесь, на Земле, таково, что среди них обязательно найдутся те, которые будут общими с обитателями других планет. В разделе 2 я знакомлю читателей с этой идеей – объясняю, почему мы вправе судить о жизни на других планетах, опираясь на земные примеры. В разделе 3 обсуждается вопрос, что такое *животное* – применимо ли это определение лишь к земным существам или также к организмам, вообще неродственным земным. В разделах 4 и 5 речь идет о том, как животные – наши или инопланетные – передвигаются и общаются между собой. Эти две формы поведения предположительно можно встретить на любой планете, и они в достаточной степени ограничены физическими законами, чтобы можно было строить правдоподобные гипотезы о том, как они там будут проявляться. Раздел 6 посвящен трудно поддающемуся определению (и высоко ценимому) признаку – интеллекту, а именно тому, как животные познают окружающий их мир и решают возникающие перед ними проблемы. Мы все хотим верить в разумных инопланетян, и, как я продемонстрирую в этом разделе, их существование, похоже, и в самом

деле неизбежно. В разделе 7 говорится о других свойствах, которые мы надеемся обнаружить у инопланетян: способности к сотрудничеству и социальности. Очень многие земные животные объединяются в группы, и на то есть веские причины, которые характерны не только для нашей планеты. В разделах 8 и 9 затрагиваются вопросы обмена информацией и непосредственно языка – признака, который, как считается на данный момент, отличает людей от всех других земных существ. В разделе 10 я обращаюсь к непростой проблеме искусственной жизни и рассматриваю, насколько сильно отличались бы иные миры от нашего, если бы их населяли не известные нам животные, а роботы или компьютеры. Наконец, в разделе 11 я попытался затронуть сложный философский вопрос: если разумные, говорящие, социальные инопланетяне на самом деле существуют, что это может рассказать нам о природе и уникальности человечества?

Возможно, мы делаем лишь первые робкие попытки понять природу внеземной жизни, но им предстоит сыграть важную роль в развитии астробиологии как научной дисциплины, в понимании науки о жизни как таковой и в подготовке к тому моменту, когда человечеству придется свыкнуться с осознанием того, что мы не одни во Вселенной. Вопросу о том, как наш вид отреагирует на обнаружение инопланетной жизни, пока еще уделялось недостаточно внимания¹⁰. Массовой истерией и погромами? Всплеском религи-

¹⁰ Стивен Дик [ред.]. Последствия открытия внеземной жизни (The Impact of

озного фундаментализма или повальным разочарованием в религии? Или, может быть, как пелось в шлягере шестидесятых «Водолей» (Aquarius)¹¹, «планетами будет править мир, а любовь – двигать светила»? В любом случае, подготовиться к такому событию уж точно не помешает.

История науки – это история того, как человека постепенно лишали титула царя природы, и открытие внеземной жизни еще больше подтвердит то, что мы, люди, далеко не уникальны. А вдруг не подтвердит? Если биологи-эволюционисты, и я в их числе, правы, то мы разделяем общее наследие со всей жизнью во Вселенной. Пусть мы разного происхождения, пусть наша биохимия совсем иная и у нас может не быть общего предка с жителями других планет. Однако *процесс*, лежащий в основе жизни, у нас общий. Наша эволюционная история может быть не совсем такой же, как у жителей других миров, но внеземные зоологи по крайней мере смогут распознать в нас разумных существ.

Если мы живем в обществе, основанном на сотрудничестве, и то же самое можно сказать об инопланетянах, то выявление общих эволюционных корней нашей социальности – уже немалый шаг вперед. А затем, возможно – всего лишь возможно, – мы сумеем применить термин «человечество» в более широком и важном значении, чем «потомки группы человекообразных обезьян, бродивших по саваннам в одном

Discovering Life Beyond Earth by Steven J. Dick (ed.).

¹¹ Песня группы The 5th Dimension, 1969. – Прим. пер.

крошечном уголке одного континента на одной крошечной планете на краю всего одной из миллиардов галактик».

2

Форма vs функция: что общего у обитателей всех миров?

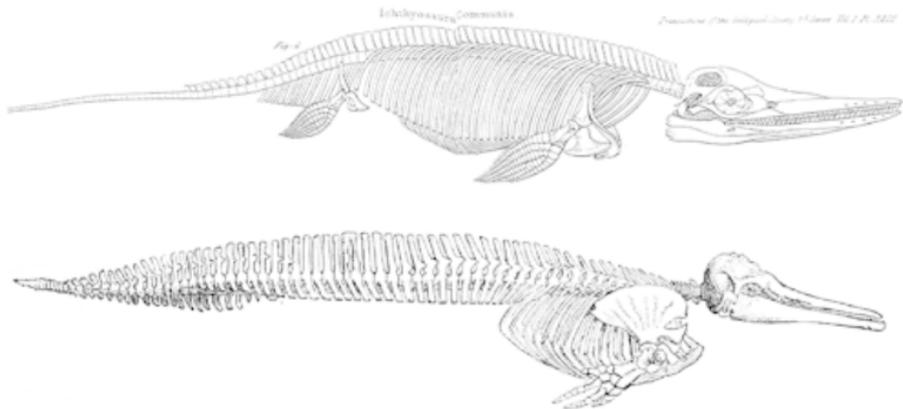
В начале XIX в. легендарные ныне палеонтологи-любители Мэри и Джозеф Эннинги нашли на южном побережье Англии, на пляже в Лайм-Риджис, необычный скелет. Ученые, исследовавшие находку, затруднялись ее классифицировать: кости как будто принадлежали рыбе и в то же время рептилии. Это был ихтиозавр – морская рептилия, идеально приспособленная, чтобы быстро плавать, с удлиненным рылом и хорошо развитыми глазами. Большинству читателей это описание, скорее всего, напомнит современного дельфина, но, несмотря на явное сходство дельфинов и ихтиозавров, они столь же неродственны друг другу, как человек и тритон. Форма, то, как животное выглядит и ведет себя, неразрывно связана с функцией: с образом жизни животного, с тем, как оно получает энергию и как размножается. Эта связь – ключ к тому, как узнать что-то об облике инопланетян, не вдаваясь в художественные фантазии.

Я обещал, что мы будем опираться на законы биологии – те, что нам известны, – подобно тому, как опираемся на законы физики и химии в качестве фундаментальных, универсальных истин. Если природа Вселенной всюду одна и та

же, значит, жизнь везде подчиняется одним и тем же законам. Но что собой представляют биологические законы? В этом необходимо как следует разобраться. Мы должны быть уверены, что не выдумаем несуществующий мир, населенный фантастическими существами, неверно экстраполировав земные наблюдения на другие планеты. Доверять собственным гипотезам – дело рискованное, ведь по большому счету они существуют только у нас в голове¹².

Вместо этого мы займемся поиском универсальных законов, абсолютных основ, задающих ограничения всему живому и определяющих его свойства. Тем не менее сохраняйте разумный скептицизм. Я могу и ошибаться. Однако на данный момент у нас накопилось достаточно знаний о биологической природе жизни и в особенности об эволюции живого, чтобы, на мой взгляд, можно было начинать экстраполировать это знание на другие планеты.

¹² Дж. Б. С. Холдейн в своем эссе «Возможные миры» (Possible Worlds) писал: «Обычно философы, сконструировав нелепый мир, затем уверяются в том, что это и есть реальный мир».



Вверху: скелет ихтиозавра. Внизу: скелет дельфина. Оба животных, по-видимому, приспособлены к сходному образу жизни быстрого подводного хищника (функция) и потому в ходе эволюции приобрели сходное строение тела (форма)

Наш основной метод, позволяющий сохранить связь с реальностью и не впасть в фантастические измышления, заключается в четком разграничении формы и функции. Все животные наделены определенными формами, которые поражают нас своим разнообразием. Мы восхищаемся яркой окраской бабочек и цветов, диковинной формой слоновьего хобота или бивня нарвала, воем волков и песнями горбатых китов. Многообразие форм животных проявляется как во внешнем облике, так и в поведении. Их телосложение, размер, цвет, наличие меха или перьев, хоботов, клыков, панцирей, щупалец и множества прочих приспособлений – вот что придает разным видам животных неповторимость. Их поведение – это способы добывать пищу, находить партне-

ров и взаимодействовать как с сородичами, так и с животными других видов. Но каждая из этих форм, облика или поведения, служит какой-то цели, играет определенную роль в эволюции. Иногда имеют место эволюционные «случайности», когда у формы нет функции, но она все-таки сохраняется – возможно, данная форма некогда была полезной (крылья у страуса), но больше не выполняет никаких задач, а эволюционных причин для ее изменения нет¹³. Но большинство форм функционально: яркая окраска самцов птиц привлекает самок; хоботом слоны берут пищу и другие нужные предметы. Практически все наблюдаемые формы обеспечивают какие-то функции, благодаря которым у животного повышаются возможности жить, благоденствовать и выживать – даже если их преимущества не всегда очевидны.

Почему зебра полосатая? Ученые долгие годы спорили о возможных причинах. Сам Чарльз Дарвин подвергал сомнению популярное объяснение, согласно которому полосы служат маскировкой. В этой связи предлагались различные альтернативы: полосы сообщают противоположному полу о состоянии здоровья особи, сбивают с толку хищников психоделическим рисунком линий, которые кажутся подвижными, мешают кусачим мухам приземляться на животное или даже помогают охлаждаться благодаря микроскопиче-

¹³ Пример не совсем удачный, крылья африканского страуса выполняют, по крайней мере, три функции: поддержания равновесия на бегу, демонстрации перьев при половом поведении и защиты кладки от солнца. Потому они и сохранились, а не редуцировались полностью, как у эму или киви. – *Прим. науч. ред.*

ским воздушным вихрям, возникающим из-за разницы нагрева между черными и белыми полосами. И важно здесь не то, что кто-то был прав, а кто-то заблуждался. Суть в том, что всякое объяснение должно предполагать какую-то *пользу*, определенную *функцию*. Все известные нам формы жизни, которые мы наблюдаем вокруг, возникли в ходе эволюции потому, что обеспечивали конкретные преимущества.

Тем не менее иногда какая-либо форма жизни, не связанная со специальной функцией, может закрепиться просто благодаря случайности. Это особенно важно в тех случаях, когда популяция немногочисленна. Если люди будущего, осваивающие другую планету, или первые птицы, только начавшие заселять отдаленный остров, окажутся генетически близки между собой, этот недостаток генетического разнообразия отразится на будущих поколениях их потомков. В таких изолированных популяциях накапливаются случайные изменения, не полезные и не вредные, так что возникающие виды приобретают разный облик. При изучении новых видов – будь то на открытых планетах или на затерянных земных островах – нужна определенная осторожность, не следует считать, что всякая форма напрямую связана с конкретной функцией. Это явление называется нейтральным отбором, и его значение для эволюции все еще вызывает немало споров. Однако подобные типы форм, обусловленных случайностью, обычно заурядны и неброски, они не могут быть экстравагантными, ведь в конечном счете это мо-

жет дорого обойтись их обладателям – как, вероятно, полосы зебр, из-за которых животные, что ни говори, лучше заметны для хищников.

Разграничение формы и функции – важный шаг, необходимый для того, чтобы избавиться от фантазий на тему облика инопланетян. Чаще всего воображаемые пришельцы принимают формы, подобные тем, что плодит Голливуд в кино и на телевидении, а это не более чем карикатурные люди с утрированными физическими чертами (глазами, зубами и т. д.), призванными подчеркнуть более абстрактные человеческие свойства (алчность, интеллект). Однако эта книга – не только о внешнем *облике* инопланетян, но и об их *поведении*. Законы биологии, общие для нас и внеземной жизни, имеют тенденцию ограничивать способы решения проблем, встающих перед живыми существами: как найти еду, как самому не стать едой и как оставить потомство.

В земных существах нас прежде всего поражают формы, а не функции: яркая окраска птиц, цветов и лягушек-древолазов; размеры синего кита; упорство льва, одолевающего буйвола. Но если задуматься, это разнообразие форм всего лишь отражение разнообразия функций. Животные так сильно отличаются друг от друга потому, что им приходится решать целый спектр разнообразных проблем: они ярко окрашены, чтобы привлекать партнеров или отпугивать потенциальных хищников; имеют крупные размеры, чтобы физически защитить себя от тех же хищников; обладают упорством, потому

что им нужно добывать еду. Наши весьма общие и универсальные законы биологии, возможно, не позволяют конкретно предсказать, какие именно формы жизни существуют на других планетах, но мы можем в общем предположить, какие функции эти животные выполняют, и не сомневаться, что в пределах этих функций разнообразие форм окажется не меньшим, чем на Земле. Если на других планетах живут аналоги птиц, то эти птицы, как и на Земле, будут окрашены в самые разные цвета. Только мы не знаем, какие именно будут эти цвета и даже будут ли они теми «цветами», которые способен различить человек. На тот случай, если вас огорчает, что эта книга не даст вам ответа на вопрос, на самом ли деле инопланетяне зеленые, я скажу, что есть немалый плюс в том, чтобы начать разговор с функции, прежде чем перейти к форме. То, как инопланетные существа приспосабливаются к своей среде и задачам, которые та перед ними ставит, в конечном итоге куда интереснее, чем то, как они выглядят. По крайней мере, именно поведенческие адаптации с наибольшей вероятностью могут оказаться у нас и у них сходными, и, скорее всего, между нами и разумными инопланетянами будет больше общего в поведении, чем во внешнем виде. В этом разделе я надеюсь убедить вас в необходимости различать форму и функцию, а также постараюсь показать, почему функция гораздо важнее. Для этого нам придется заново обратиться к некоторым принципам естественного отбора и эволюции, а также объяснить, почему эти принципы

должны быть общими для Земли и других планет.

Естественный отбор: универсальный механизм

Объяснить, как вообще могут существовать сложные формы жизни, гораздо труднее, чем представляется на первый взгляд. Сложная жизнь существует во Вселенной, где действуют самые неумолимые физические законы¹⁴, согласно которым порядок стремится к хаосу, сложность – к простоте, информация – к бессмыслице. Капля чернил расплывается в стакане воды, дома ветшают, плоть разлагается. Философы бьются над определением жизни столько лет, сколько существует человечество, но любое определение, безусловно, должно включать эту способность противостоять всеобщему стремлению к хаосу: не изнашиваться, не разлагаться, не умирать. Если камень всегда стремится скатиться с холма, как поднять камень на его вершину? Если Вселенная представляется враждебной жизни, как тем не менее жизнь возможна? Необходимо рациональное объяснение, достаточно последовательное, чтобы показать, как жизнь может не только существовать, но и усложняться – явно вопреки неумолимым законам физики!

¹⁴ В частности, первый закон термодинамики, в соответствии с которым энергия не возникает и не исчезает («не бывает бесплатных обедов»), и второй закон термодинамики, согласно которому полезная энергия всегда убывает («без убытков не обойтись»).

Вначале следует отбросить идею, будто сложная жизнь могла сразу возникнуть полностью сформированной, – это слишком маловероятно, разве что ей предшествовала еще более сложная форма жизни, сотворившая ее. Возможно, некое божество и в самом деле сотворило Вселенную в законченном виде, но в таком случае мы вообще не сможем судить о внеземной жизни. Все формы, краски и особенности поведения инопланетных существ будут не более чем прихотью их творца. Стивен Хокинг говорил, что замысел Бога постичь в принципе возможно, но только если изучить все законы физики во всей их полноте¹⁵. До этого нам еще далеко.

Следовательно, жизнь начинается с чего-то простого. Как простая форма жизни может усложниться? *Знает* ли она, какие именно усложнения ей нужны? Мы можем представить себе, как человек решает, что неплохо бы изобрести бионическую руку, но трудно вообразить подобную прозорливость у примитивной клетки или молекулы (подробнее об этом пойдет речь в разделе 10). Мы ищем «подходящее» объяснение сложности живого, а подходящее объяснение должно быть исчерпывающим и не обращаться к внешним, трудно поддающимся определению явлениям (наподобие Бога) либо к явлениям, в возможность которых мы не верим (например, «знанию» молекулы о том, во что она хочет превра-

¹⁵ Хокинг С. Краткая история времени. От Большого взрыва до черных дыр. – М.: АСТ, 2018.

тяться). Усложнение должно происходить само собой, поэтому необходимое условие полноценного объяснения – отсутствие в нем идеи предвидения, иначе мы не сможем применить его к древнейшим и простейшим формам жизни.

Даже если смириться с тем, что мы не знаем, как возникли первичные формы жизни, стоит объяснить, каким образом они могли усложниться. Как и подавляющее большинство современных ученых, я утверждаю, что естественный отбор, скорее всего, является универсальным и повсеместно применимым объяснением того, что жизнь стала гораздо сложнее с тех пор, как возникла 3,5 млрд лет назад. Но что такое естественный отбор и почему он должен быть универсальным объяснением сложных форм жизни?

На элементарном уровне принцип естественного отбора понять легко. Полезные признаки *накапливаются*. Одни новые признаки сохраняются, другие нет, но удачные идеи, разработанные предыдущими поколениями, не забываются. Ричард Докинз дал этому процессу простое и элегантное объяснение в книге «Слепой часовщик» (The Blind Watchmaker). Представим себе случайную последовательность из 20 букв, например SDFLKJFGOSDIFHGSOFGH. Шансы получить из них осмысленную последовательность, скажем The Blind Watchmaker, астрономически малы: примерно 1 к 42 миллиардам миллиардов миллиардов¹⁶. Никто

¹⁶ Для последовательности в 20 букв, если использовать 26 возможных букв латинского алфавита плюс знак пробела, количество возможных комбинаций 27^{20}

не поверит, что порядок может возникнуть из хаоса случайным образом. Но если каждый раз при внесении случайных изменений в эту последовательность сохранять те изменения, которые соответствуют искомой последовательности The Blind Watchmaker, результат будет совершенно иным. Удачные нововведения – скажем, замена начального S (которого нет в конечной последовательности) на T (первую букву артикля The) – не исчезают, поэтому постепенно проявится наилучший, то есть «правильный» вариант. Примечательно, что при использовании такого метода «отбора» правильная последовательность получается примерно после 540 попыток – шансы улучшаются в 80 миллионов миллиардов миллиардов раз!¹⁷

Разумеется, у природы нет предвидения. «Правильной» последовательности не существует. Но бывают более удачные последовательности и менее удачные. Если удачные изменения накапливаются, наша последовательность улучшается. Можно вкатить камень на холм, если холм ступенчатый и есть возможность передохнуть на каждой ступени. Продвигаемся каждый раз на одну ступень и дожидаемся возможности подняться на следующую. Вот *суть* естественного отбора, простая, элегантная и очевидная.

Но существуют ли еще какие-нибудь, альтернативные

= 42 391 158 275 216 203 514 294 433 201.

¹⁷ На «исправление» одного знака требуется в среднем 27 попыток (так как нужный знак – один из 27), поэтому ожидаемое суммарное число попыток $27 \times 20 = 540$.

объяснения?

Примечательная особенность теории естественного отбора состоит в том, что ученые теряются, когда заходит вопрос о правдоподобных альтернативах. Обычно, когда объяснение природного явления вызывает сомнения, рассматривается и сопоставляется множество различных альтернативных гипотез, после чего предварительно останавливаются на самой убедительной из них (до тех пор пока в свете новых данных представления не изменятся). Например, свет может быть излучением видимых объектов или сенсорным лучом, исходящим из наших глаз (как полагали некоторые древнегреческие философы). Обе гипотезы могут считаться правдоподобными – пока не проведены надлежащие эксперименты, чтобы их проверить. На протяжении большей части классического периода истории сосуществовали идеи плоской Земли и шарообразной Земли, у каждой были свои сторонники и противники, пока в 240 г. до н. э. Эратосфен не провел свой блестящий эксперимент по измерению радиуса Земли (и в самом деле шарообразной).

Интересно, однако, что в случае с естественным отбором других серьезных альтернативных гипотез, объясняющих существование сложных организмов, не находится, если не считать нескольких совершенно неудовлетворительных и ненаучных версий.

Возможно, нам нужно подумать как следует; возможно, мы недостаточно сообразительны. Ответ: «Это единствен-

ное, что мне приходит в голову», – не отличается научной строгостью. Но, хотя отсутствие альтернатив не доказательство, это как минимум признак того, что естественный отбор – самая вероятная кандидатура. Все другие гипотезы, выдвигавшиеся для объяснения происхождения сложных форм жизни, в основном скорее описательные, чем объяснительные.

Например, можно допустить, что всемогущее Божество «руководит» конкретными изменениями формы и поведения живых существ, направляя их по эволюционному пути. Или же – что существует пока еще не открытая «жизненная сила», движущая видовыми изменениями. Или, быть может, при сотворении живого в него уже была заложена матрица его будущего развития, и «готовый план» человека ждал своего часа внутри бактерии. Все, что нужно, – это снять внешние слои, и вот они – мы. Но это лишь описание, а не *объяснение* того, как возникает сложность. У каждой человеческой культуры имеется своя история сотворения мира, и ни одна из них объективно не лучше другой. Истории ничего нам не объясняют, а мы очень хотим понять *механизм*, а не просто услышать историю.

Математический анализ дает нам весомые основания полагать, что естественный отбор может быть единственным объяснением жизни во Вселенной, и немалая доля наших представлений о том, что без естественного отбора эволюция жизни обойтись не могла, обусловлена математикой. Сами

уравнения, возможно, несколько скучноваты, но только не стоящие за ними идеи. Одно из самых полных математических описаний того, как и почему происходит процесс эволюции, составил Джордж Прайс, замечательный, хотя и малоизвестный ученый XX в. Он был химиком, а не биологом и не математиком, но в сотрудничестве с двумя титанами эволюционной теории, Джоном Мейнардом Смитом¹⁸ и Биллом Гамильтоном, создал самое полное математическое описание причин эволюции. Рассказывают, что неотвратимость эволюционных сил произвела такое впечатление на Прайса, что он, бывший прежде убежденным атеистом, обратился в христианство, раздал все свое имущество, посвятил остаток жизни помощи бездомным, впал в глубокую депрессию и умер в нищете в трущобах¹⁹.

Один из ключевых элементов уравнения Прайса состоит в том, что и количественные характеристики какого-либо признака животного – например, длина его зубов, – и преимущество, которое дает это признак, *изменчивы*. У одних животных зубы длиннее, у других короче. Хотя более длинные зубы действительно могут быть преимуществом, это не всегда означает, что зубы в два раза длиннее окажутся для животного в два раза полезнее. Скорее, существует общая *тенден-*

¹⁸ Джон Мейнард Смит. Теория эволюции (The Theory of Evolution by John Maynard Smith).

¹⁹ Орен Харман. Цена альтруизма: Джордж Прайс и поиски истоков доброты (The Price of Altruism: George Price and the Search for the Origins of Kindness by Oren Harman).

ция – чем длиннее зубы, тем больше преимущество. Прайс математически доказал, что скорость изменения признака в популяции со временем (скорость, с которой у потомков животных удлиняются зубы) зависит от так называемой ковариации между признаком и преимуществом, которое он обеспечивает, иными словами, от того, насколько тесно взаимосвязаны признак и его полезность. Если с удвоением длины зубов польза всегда удваивается, то длинные зубы распространятся в популяции как пожар. Если эта связь слабее – например, если удвоение длины зубов дает прирост пользы только на 10 %, и притом только в 50 % случаев, – то темпы эволюции будут гораздо медленнее.

Невозможно переоценить значение того, что на вооружении ученых появилась модель, позволяющая предсказывать ход эволюции. И эта модель не опирается ни на какие исходные данные, привязанные к Земле. Уравнение Прайса точно так же будет работать для любой экзопланеты в Галактике. Британский философ Бертран Рассел говорил: «Я люблю математику прежде всего за то, что в ней нет ничего человеческого, за то, что с этой планетой, со всей случайной Вселенной ее, по существу, ничего не связывает – за то, что, подобно Богу Спинозы, она не полюбит нас в ответ».

Некоторые из этих математических моделей можно представить наглядно. Вообразите, что вас высадили посреди гористой местности в густом тумане и велели добраться до вершины горы. Ландшафт вокруг вас называется *ландшафтом*

отбора или *адаптивным ландшафтом*²⁰. Речь идет не о вашей приспособленности к жизни в горах, здесь имеется в виду совсем иное. В эволюционном смысле «приспособленность» определяется тем, насколько эффективно вы передадите свои гены будущим поколениям. Дело не только в вашей способности успешно выживать, но и в том, сколько у вас детей, сколько из них, в свою очередь, выживет, чтобы обзавестись собственными детьми, и так далее, поколение за поколением. В случае нашей наглядной аналогии – чем выше вы поднимаетесь, тем лучше вы приспособлены к своей среде и тем выше ваша эволюционная приспособленность; чем выше вы забрались по склону горы, тем больше потомства вам удалось вырастить. Сколько разных методов можно использовать, чтобы отыскать вершину горы? Хорошо, если у вас есть карта или вы можете разглядеть вершину горы и двигаться в этом направлении. Но если такой возможности нет, единственный способ найти дорогу – оглядеться вокруг, определить, с какой стороны рельеф повышается, и все время идти вверх. А если бы вам сказали, что нужно не идти вверх по склону, а придумать какой-то альтернативный способ добраться до вершины горы, вы бы справились с этой задачей? Других способов-то на самом деле и нет. Можно попробовать, например, перепрыгивать с места на место случайным образом, но математически нетрудно доказать, что

²⁰ Графическая модель эволюции в виде карты. Термин и модель предложены американским биологом С. Райтом (1931) (БСЭ). – *Прим. ред.*

этот способ неэффективен. Единственный доступный способ – маленькие шажки, локальные усовершенствования. А это и есть естественный отбор.

Разумеется, в науке всегда есть место новым открытиям и новым радикальным идеям, способным сотрясти твердые основания, казалось бы служившие нам опорой. Никто не станет возражать, если будет открыта альтернатива естественному отбору. Но это не значит, что следует утверждать, будто эта альтернатива непременно существует. Признать, что наши познания в физике неполны, не значит заявлять: «Возможно, привидения и феи реальны, поэтому от квантовой физики можно отказаться». Никто не запрещает выдвигать пустопорожние допущения, вот только особой пользы от них нет.

Знаменитый британский астроном Фред Хойл, сыгравший выдающуюся роль в развитии астрономии XX в., был также прекрасным писателем-фантастом. В романе «Черное облако» (*The Black Cloud*)²¹, изданном в 1957 г., он не только блестяще и убедительно показал, какой может быть внеземная жизнь, но также достоверно описал поведение ученых, столкнувшихся с неизвестным. Хойл представил инопланетный разум в виде гигантского газового облака размерами в сотни тысяч километров, наделенного чувствами и высоким интеллектом. Он замечательно описал, как могло бы суще-

²¹ Хойл Ф. Черное облако / Пер. с англ. Д. А. Франк-Каменецкого // Сб. НФ. № 4. – М.: Знание, 1966.

ствовать и функционировать подобное инопланетное существо, однако критики упрекнули его в недостаточном понимании биологии – он не объяснил, как такое существо могло возникнуть в ходе *эволюции*! Какие шаги привели к появлению столь высокоразумного облака из газа? Каков был предок этого облака, как он изменялся и как из него получилось нынешнее облако?

Это упущение весьма типично для фантазий об инопланетянах – они могут быть разумными, обладать невероятными способностями вроде телепатии, телекинеза или силы изменять реальность щелчком пальцев. Но каким образом они смогли достичь такого фантастического состояния? Единственный возможный ответ здесь – путем усовершенствования предыдущего состояния, то есть с каждым шагом поднимаясь все выше по склону. Иными словами, опять речь идет об естественном отборе.

Между прочим, на подобную критику в отношении своего романа Хойл дал простой ответ. В ту пору, в 1950-е гг., кипели споры о том, почему все галактики во Вселенной, по всей видимости, удаляются от нас. Выдвигались две гипотезы: согласно первой, Вселенная изначально была чрезвычайно мала и с тех пор расширяется; согласно второй, Вселенная не имеет начала и всегда расширялась, а новая материя непрерывно зарождается в ее центре. Первое объяснение Хойл считал чепухой и издевательски²² назвал его тео-

²² The Big Bang – более точный перевод этого термина – «Большой хлопок».

рией «Большого взрыва» (The Big Bang). С тех пор название прижилось, а теперь, как известно, и сама эта теория происхождения Вселенной считается верной. Но в то время, опираясь на имеющиеся тогда результаты наблюдений, Хойл и его коллеги настаивали, что Вселенная не имеет начала. Поэтому неудивительно, что, когда герои его книги – ученые – спрашивают Черное облако, как возник первый представитель его вида, Облако отвечает: «Я не верю, что вообще когда-либо существовал “первый”», – а ученые при этом торжествуют: «Что бы сказали сторонники теории “взрывающейся Вселенной”!»²³

Если время бесконечно, нам следует переосмыслить представления о происхождении жизни. Однако научное сообщество теперь не сомневается, что у Вселенной действительно было начало, а значит, и у жизни должна быть точка отсчета – та точка, начиная с которой жизнь стала развиваться и усложняться. И естественный отбор – универсальное объяснение этого процесса.

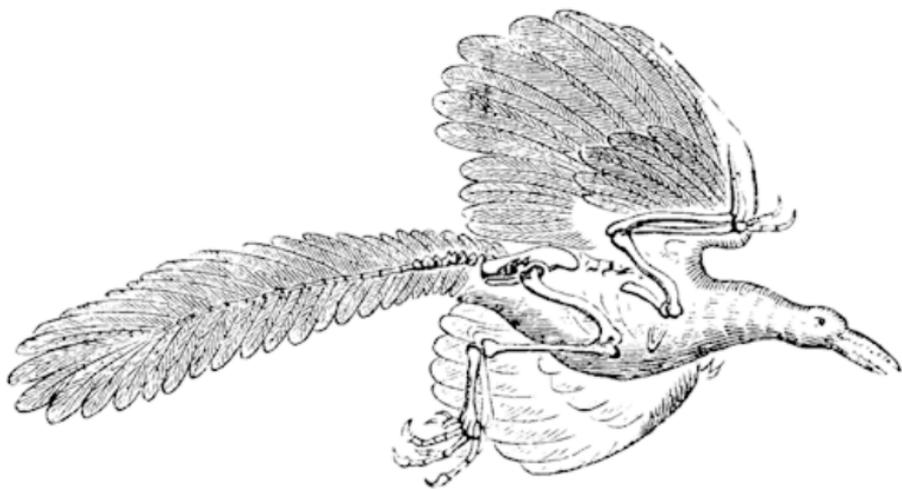
²³ Цит. по: Хойл Ф. Черное облако / Пер. с англ. Д. А. Франк-Каменецкого // Сб. НФ. № 4. – М.: Знание, 1966.

Конвергенция: наш ключ к внеземной жизни

Мое смелое утверждение, что опыт изучения жизни на Земле применим к жизни во всей Вселенной, исходит из простого наблюдения: эволюция работает сходным образом в сходных условиях. И птицы, и летучие мыши летают, но общий предок птиц и рукокрылых жил 320 млн лет назад, задолго до динозавров, когда рептилии только начинали завоевывать мир. Эта предковая рептилия, безусловно, не летала, потому что среди ее потомков не только птицы и рукокрылые, но также все змеи и черепахи, динозавры и млекопитающие от слона до человека. Несомненно, способность летать развилась у птиц и летучих мышей независимо друг от друга на более поздних стадиях.

В реальности мы знаем, что активный (машущий) полет возникал в эволюции земных животных как минимум четыре раза. Птицы начали летать около 150 млн лет назад, когда по Земле бродили динозавры. Знаменитый ископаемый археоптерикс, относящийся примерно к этому времени, выглядит как нечто среднее между динозавром и птицей, и он немало озадачил ученых XIX в., включая Чарльза Дарвина. Напротив, летучие мыши развили способность к полету немногим более 50 млн лет назад, почти наверняка уже после вымирания динозавров. Крылья птиц и летучих мышей

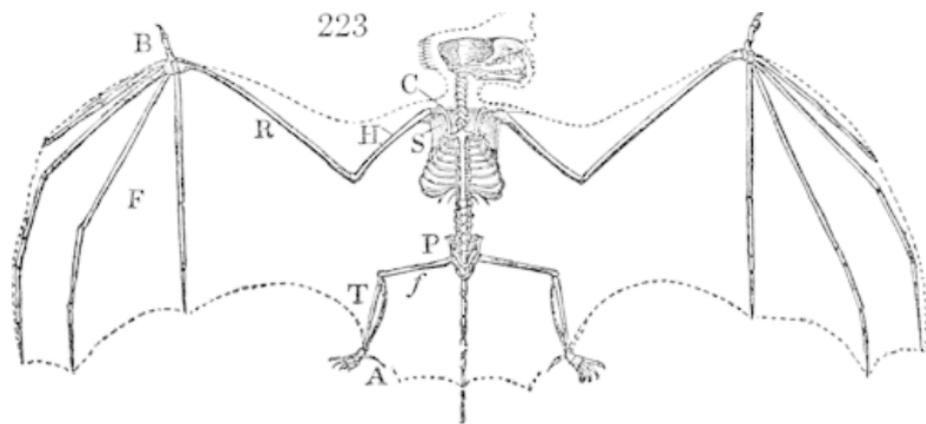
настолько отличаются друг от друга, что трудно поверить, что они выполняют одинаковые функции. У летучих мышей невероятно удлиненные пальцы, которые пронизывают все крыло и соединены тонкой кожной мембраной, наподобие перепонки на утиных лапах, только в этом случае перепонка растянута на всю длину конечности. У птиц плоскость крыла образована перьями, а не кожей, причем, в отличие от летучих мышей, кости передних конечностей у них проходят лишь по переднему краю крыла.



Художественная реконструкция археоптерикса из книги «Происхождение видов» Сент-Джорджа Джексона Майварта, современника и оппонента Чарльза Дарвина (*On the Genesis of Species*, 1871). Как и у современных птиц, перья направлены назад от костей крыла, так что только передний край крыла обладает остовом

Хотя способность к полету птиц и рукокрылых эволюцио-

нировала совершенно независимо, она служила одним и тем же целям. Взгляните, как носятся в воздухе стрижи и ласточки, ловя на лету насекомых, – они необычайно похожи на летучих мышей, которые появляются несколькими часами позже, в сумерках, и будут гоняться за насекомыми, совсем как птицы. Крошечный лесной нетопырь (*Pipistrellus nathusii*) весом около 10 г способен мигрировать на сотни, даже тысячи километров, по дальности полета соперничая со многими птицами²⁴. Вне зависимости от происхождения полет – необычайно полезная функция, и неудивительно, что он возникает в эволюции снова и снова.



Изображение скелета летучей мыши из книги Питера-Марка Роже «Физиология животных и растений, рассмотренная в свете естественной теологии» (*Animal and Vegetable Physiology, Considered with Reference to Natural Theology*, 1834). Кости пальцев доходят до заднего края крыла и служат каркасом кожной мембране

²⁴ <http://bats.org.uk> – краудсорсинговый проект наблюдений за нетопырями.

Конечно, птицы и рукокрылые – не единственные летающие животные. Птерозавры, громадные летучие рептилии, поднялись в воздух задолго до птиц, возможно, не менее 220 млн лет назад. Некоторым из них (увековеченным в многочисленных фильмах ужасов на тему жизни первобытных людей, где биологической достоверностью и не пахнет) огромные крылья помогали парить, подобно грифам, но как именно они взлетали – вопрос, который все еще активно изучается²⁵. Так или иначе, нет сомнения, что они возникли независимо от птиц: птерозавры не относились к динозаврам, тогда как птицы – прямые потомки быстроногих динозавров, близких родственников знаменитого тираннозавра (*Tyrannosaurus rex*). Четвертый и самый распространенный на нашей планете случай появления полета в ходе эволюции – еще древнее и восходит к началу истории насекомых 350 млн лет назад. Когда насекомые стали первыми по-настоящему успешными обитателями суши, они быстро эволюционировали, дав великое разнообразие форм, в том числе обладавших уникальными адаптациями к жизни в новой среде. В океане живой организм медленно и плавно погружается на дно, но если вы падаете с дерева, то тут же разобьетесь о землю! Вероятно, первые крылья обеспечивали воз-

²⁵ Мэтт Уилкинсон. Беспокойные создания: История жизни в десяти движениях (Restless Creatures: The Story of Life in Ten Movements by Matt Wilkinson, 2016).

возможность замедлить падение и даже направить падающее животное обратно к древесному стволу, чтобы не тратить силы и не залезать туда с земли (этим способом все еще пользуются современные белки-летяги, которые планируют с дерева на дерево благодаря кожной перепонке между передними и задними конечностями).

Очевидные преимущества полета для этих мелких существ, роившихся над едва освоенной сушей, привели к широкому разнообразию решений в этой области: появились назойливо зудящие комары, изящные стрекозы, странного вида летающие жуки и, конечно, шмели с их «невозможным с точки зрения аэродинамики» полетом. Трудно усомниться, что полет насекомого и полет летучей мыши имеют разные механизмы и эволюционировали отдельно, но ясно, что сам по себе полет – это невероятное преимущество.

Независимое появление аналогичных эволюционных решений – в данном случае полета – у видов, родственных друг другу лишь отдаленно, связано с феноменом так называемой конвергентной эволюции. В сходных условиях среды обитания полезными становятся сходные решения. Более того, весьма вероятно, что для конкретной проблемы существует лишь ограниченное количество возможных решений. Если это и в самом деле так, не стоит удивляться, что птицы, рукокрылые, птерозавры и насекомые развили сходные функции, пусть и через различные формы.

Этот пример конвергентной эволюции – лишь малая часть

необъятного по широте явления. Конвергенция проявляется повсюду. Глаза с хрусталиком, подобные нашим, возникли в ходе эволюции по меньшей мере шесть раз. Как минимум столько же раз возникала способность генерировать собственное электрическое поле (чтобы оглушать добычу или ориентироваться в окружающей среде). Рождение живых детенышей, по-видимому, совершенно независимо возникало более 100 раз. Даже фотосинтез, основа всей жизни на Земле, появился независимо, по крайней мере, в 31 эволюционной линии²⁶.

Едва ли не самый знаменитый пример конвергентной эволюции – не так давно вымерший хищник, известный под названием сумчатого волка или тасманийского тигра. Последний известный сумчатый волк умер в зоопарке в 1936 г., но несколько тысячелетий назад, до появления людей и собак динго, эти животные были широко распространены по всей Австралии и Новой Гвинее. Сходство между сумчатым волком и настоящими псовыми, такими как волки и койоты, действительно сбивает с толку: его легко принять за необычную породу собаки. Однако он был таким же представителем сумчатых, как кенгуру или коала, и к волкам имел не больше отношения, чем к летучим мышам. Как подобное физическое сходство могло появиться у настолько неродственных

²⁶ Эти и многие другие случаи конвергентной эволюции подробно описаны в книге Саймона Конвея Морриса «Решение жизни: Неизбежность человека в одинокой Вселенной» (Life's Solution: Inevitable Humans in a Lonely Universe by Simon Conway Morris, 2004).

видов? Ответ вам теперь уже знаком: и сумчатый волк, и псовые сформировались в ходе эволюции, заняв сходные экологические ниши.

Теперь, когда сумчатый волк исчез с лица земли, мы уже никогда не узнаем точно, как он охотился. Стаями ли, загоняя кенгуру, подобно тому, как современные волки загоняют оленей? Или атаковал добычу, застигнув ее врасплох, как вероятный предок домашней собаки, а необычные черные полосы служили маскировкой? Уже просто задавая эти вопросы, мы укрепляемся в уверенности, что конвергентная эволюция реальна. Можно изучать скелеты, чтобы установить силу укуса челюстей сумчатого волка (исследователи определили, что она была небольшой), приспособленность его локтевого сустава для бега на длинные дистанции (она тоже невелика), и таким образом сделать вывод, что сумчатый волк, скорее всего, охотился из засады, а не преследовал добычу, как настоящий волк. Но подобные рассуждения лишь показывают, насколько верны наши аргументы в пользу конвергенции: сходные условия порождают сходные признаки.



Два сумчатых волка в Смитсоновском национальном зоопарке (Вашингтон, округ Колумбия). Фото из ежегодного доклада Смитсоновского института за 1904 г.

И теперь мы подошли к самому главному. Конвергентная эволюция – явление, *не* ограниченное земной жизнью. Те же принципы, которые привели птиц и летучих мышей к полету, скорее всего, приведут к аналогичным эволюционным решениям и их инопланетных собратьев. Это явление отнюдь не уникально для Земли или для существ, связанных весьма отдаленной родственной связью, таких как птицы и рукокры-

лые. Развитие сходных черт у видов, занимающих сходные экологические ниши, почти наверняка должно иметь место и на других планетах.

В связи с этим может показаться, будто я утверждаю, что чужие планеты (по крайней мере, те из них, что по условиям похожи на Землю) населены существами, подобными земным: там будут инопланетные волки и летучие мыши, инопланетные кенгуру и синие киты. Если настоящие волки и сумчатые, полностью изолированные друг от друга географически, эволюционировали независимо, но параллельно, почему бы этому закону не распространяться на все живое? Что, если первая форма жизни на Земле, какой бы она ни была (допустим, первый шарик из белков и РНК в жировом пузырьке), по чистой случайности совпала бы с первой формой жизни и на другой планете? Означает ли это, что там тоже появились бы четвероногие волки, шестиногие жуки и двуногие люди?

Однако есть причины полагать, что подобная конвергенция может оказаться не так распространена, как мы предполагаем. Биолог-эволюционист и палеонтолог Стивен Джей Гулд предложил знаменитый мысленный эксперимент – заново проиграть «ленту жизни», прокрутив ее далеко назад до определенной точки, а затем нажав на кнопку «Пуск»²⁷.

²⁷ Стивен Джей Гулд. Удивительная жизнь: Берджесские сланцы и природа истории (Wonderful Life: The Burgess Shale and the Nature of History by Stephen J. Gould, 1990).

Следует ли ожидать, что после миллиардов лет повторно-го воспроизведения эволюционных событий мы окажемся в том же состоянии, что и сейчас, с теми же биологическими видами и той же эволюционной историей? Скорее всего, нет. Долгая история жизни на Земле – это, конечно, история непрерывного развития, но в то же время история множества катастроф и чудесных спасений. Вскоре после появления сложных организмов вся планета оледенела от полюса до полюса – это событие известно под названием «Земля-снежок». Некоторым организмам повезло выжить в незамерзших океанах под толстым слоем льда. Когда 66 млн лет назад в Землю врезался астероид размером с город Кембридж (Англия), вымерли все крупные наземные животные, а освобожденные экологические ниши, прежде занятые динозаврами, быстро захватили мелкие млекопитающие, которые потом превратились в нынешних лошадей, тигров и броненосцев. Надо полагать, что, если бы астероид отклонился всего на несколько сотен километров в сторону, он бы вообще не столкнулся с Землей, и последние 60 млн лет эволюции выглядели бы совершенно иначе. Можно ли на самом деле предугадать, по какому пути пойдет эволюция жизни на планете, если она, по-видимому, в значительной степени зависит от, казалось бы, случайных космических происшествий?

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.