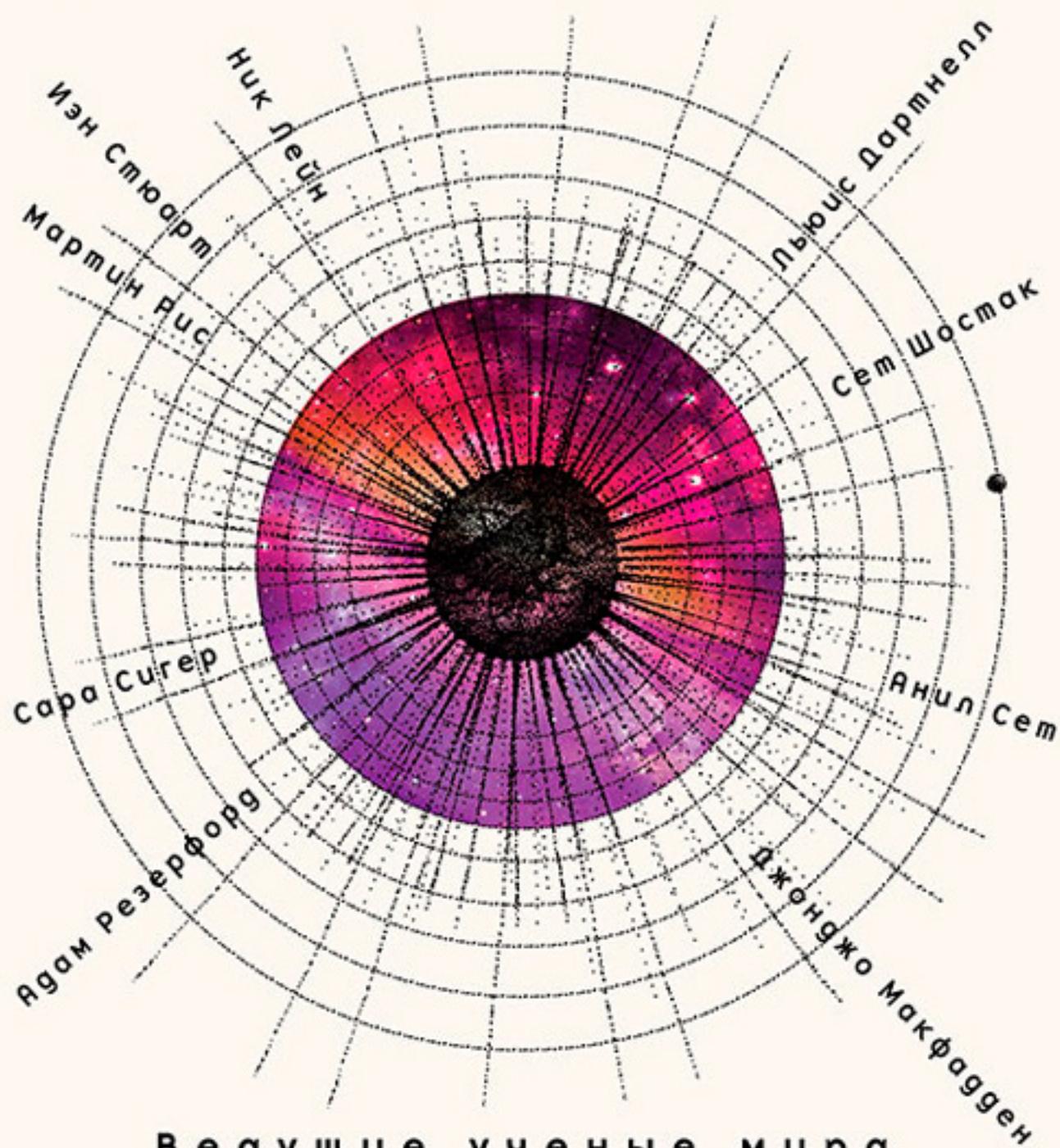


ПОД РЕДАКЦИЕЙ

Джима Аль-Халили

# Одиноки ли мы во Вселенной?



Ведущие ученые мира  
о поисках  
инопланетной жизни

**АНО**  
АЛЬПИНА НОН-ФИКШН

  
ТРАЕКТОРИЯ



Вы смогли скачать эту книгу бесплатно на законных основаниях благодаря проекту **«Дигитека»**. [Дигитека](#) — это цифровая коллекция лучших научно-популярных книг по самым важным темам — о том, как устроены мы сами и окружающий нас мир. Дигитека создается командой научно-просветительской программы [«Всенаука»](#). Чтобы сделать умные книги доступными для всех и при этом достойно вознаградить авторов и издателей, «Всенаука» организовала всенародный сбор средств.

Мы от всего сердца благодарим всех, кто помог освободить лучшие научно-популярные книги из оков рынка! Наша особая благодарность — тем, кто сделал самые значительные пожертвования (имена указаны в порядке поступления вкладов):

Дмитрий Зимин  
Алексей Сейкин  
Николай Кочкин  
Роман Гольд  
Максим Кузьмич  
Арсений Лозбень  
Михаил Бурцев  
Ислам Курсаев  
Вадим Мельников  
Павел Дорожкин  
Артем Шевченко  
Валерий Окулов  
Евгений Шевелев  
Александр Анисимов  
Роман Мойсеев  
Евдоким Шевелев

Мы также от имени всех читателей благодарим за финансовую и организационную помощь:

Российскую государственную библиотеку  
Компанию «Яндекс»  
Фонд поддержки культурных и образовательных проектов «Русский глобус».

*Этот экземпляр книги предназначен только для вашего личного использования. Его распространение, в том числе для извлечения коммерческой выгоды, не допускается.*

**ОДИНОКИ ЛИ МЫ  
ВО ВСЕЛЕННОЙ?**

# ALIENS

Science asks:  
Is Anyone Out There?

Edited by Jim Al-Khalili

P

PROFILE BOOKS

# ОДИНОКИ ЛИ МЫ ВО ВСЕЛЕННОЙ?

Ведущие ученые мира  
о поисках инопланетной жизни

Под ред. Джима Аль-Халили

Перевод с английского



ТРАЕКТОРИЯ



АЛЬПИНА НОН-ФИКШН

Москва

2018

УДК 573.52  
ББК 20.3  
О-42

Переводчик Наталья Кияченко  
Научные редакторы Елена Ванисова, канд. биол. наук  
Олег Верходанов, д-р физ.-мат. наук  
Редактор Антон Никольский

**Аль-Халили Дж.**

О-42 Одиноки ли мы во Вселенной? Ведущие ученые мира о поисках инопланетной жизни / Под ред. Джима Аль-Халили ; Пер. с англ. — М.: Альпина нон-фикшн, 2018. — 284 с.

ISBN 978-5-91671-769-3

Если наша планета не уникальна, то вероятность повсеместного существования разумной жизни огромна. Более того, за всю историю человечества у инопланетян было достаточно времени, чтобы дать о себе знать. Так где же они? Какие они? И если мы найдем их, то чем это обернется? Ответы на эти вопросы ищут ученые самых разных профессий — астрономы, физики, космологи, биологи, антропологи, исследуя все аспекты проблемы. Это и поиск планет и спутников, на которых вероятна жизнь, и возможное устройство чужого сознания, и истории с похищениями инопланетянами, и изображение «чужих» в научной фантастике и кино. Для написания книги профессор Джим Аль-Халили собрал команду ученых и мыслителей, мировых лидеров в своих областях, в числе которых такие звезды, как Мартин Рис, Иэн Стюарт, Сэт Шостак, Ник Лейн и Адам Резерфорд. Вместе они представляют весь комплекс вопросов и достижений современной науки в этом поиске, и каждый из них вносит свой уникальный вклад.

УДК 573.52  
ББК 20.3

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



## ТРАЕКТОРИЯ

Фонд поддержки научных, образовательных и культурных инициатив «Траектория» ([www.traektoriafdn.ru](http://www.traektoriafdn.ru)) 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.

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в сети интернет и в корпоративных сетях, а также запись в память ЭВМ для частного или публичного использования, без письменного разрешения владельца авторских прав. По вопросу организации доступа к электронной библиотеке издательства обращайтесь по адресу [ruib@alrina.ru](mailto:ruib@alrina.ru).

© Jim Al-Khalili, 2016

ISBN 978-5-91671-769-3 (рус.)

© Издание на русском языке, перевод, оформление.

ISBN 978-1-78125-681-7 (англ.)

ООО «Альпина нон-фикшн», 2018

# Оглавление

Введение. «Ну и где они в таком случае?»..... 7

- 1 Инопланетяне и мы: сможет ли постчеловечество заселить Галактику? .....19

## Ближние контакты

- 2 (Не) желанные гости: зачем инопланетянам лететь к нам? ..... 35
- 3 Летающие тарелки, контактеры и теории заговора ..... 47
- 4 Иные на Земле: что может поведать об инопланетном сознании мозг осьминога.....61
- 5 Похищенные зелеными человечками: особенности психологии контактеров.....73

## Где искать внеземную жизнь?

- 6 Дом, милый дом: какая планета пригодна для жизни? ..... 89
- 7 Наш ближайший сосед: поиск жизни на Марсе..... 101
- 8 Следующий шаг: возможна ли жизнь на спутниках газовых гигантов? .....113
- 9 Чудовища, жертвы, друзья: инопланетяне в литературе ..... 125

## **Жизнь, какой мы ее знаем**

10	Случайность против сложности: химия жизни... 141
11	Источники электричества и глубоководные вулканы: как началась жизнь на Земле .....153
12	Квантовый скачок: может ли квантовая механика раскрыть секрет (инопланетной) жизни? ..... 165
13	Космический императив: легко ли жизни начаться? ..... 177
14	Одни во Вселенной: невозможность инопланетных цивилизаций ..... 189

## **В поисках инопланетян**

15	«В моем телевизоре чудовище!» Пришельцы в кино..... 205
16	Как мы ищем инопланетян ..... 217
17	Есть там кто-нибудь? Технология, уравнение Дрейка и поиск внеземной жизни ..... 229
18	Живая атмосфера: обнаружение признаков жизни в дальних мирах..... 241
19	Что дальше? Завтрашний день поиска внеземного разума..... 253
	Список рекомендованной литературы .....267
	Онлайновые ресурсы ..... 271
	Список обязательных к просмотру фильмов об инопланетянах от Адама Резерфорда..... 273
	Об авторах ..... 275

# Введение

## «Ну и где они в таком случае?»



Джим Аль-Халили

Энрико Ферми, американский физик итальянского происхождения, нобелевский лауреат, внес неоценимый вклад в развитие науки XX в. Вопрос, сформулированный им в 1950 г., никак не связан с ядерной физикой, однако имеет исключительную значимость для каждого, интересующегося проблемой внеземной жизни. Полагаю, и для вас, поскольку вы читаете эту книгу.

Говорят, это случилось в обеденный перерыв в Лос-Аламосской национальной лаборатории в Нью-Мексико, служившей в свое время центром Манхэттенского проекта. Коллеги заговорили об инопланетянах — возможно ли, чтобы те навещали Землю в своих летающих тарелках. Это была досужая болтовня серьезных ученых, едва ли веривших в пришельцев. Итак, Ферми задал очень простой вопрос: «Ну и где они в таком случае?»

Он утверждал следующее. В силу невероятной древности и размеров Вселенной — в одном только Млечном Пути почти полтриллиона звезд, и многие имеют собственные планетные системы — жизнь, если только Земля не является непостижимым, немислимимым исключением, должна быть повсюду, в том числе разумная жизнь с достаточным для космических путешествий уровнем технологического развития. Следовательно, в тот или иной момент истории человечества пришельцы должны были к нам зале-



тать. В конце концов, сообщения очевидцев о летающих тарелках могут быть и правдой. Для Ферми было очевидно: если наша планета не уникальна, вероятность повсеместного существования разумной жизни огромна. Более того, у любых инопланетных цивилизаций с некоторой склонностью к экспансии и технологией межзвездных перелетов было сколько угодно времени, чтобы колонизировать всю галактику. Где же все они в таком случае?

Ферми сделал вывод: расстояния между звездами чудовищно велики, скорость же, согласно теории относительности, ограничена скоростью света, и никаким инопланетянам не придет в голову пускаться в немислимо долгий путь ради удовольствия нас повидать. Он не рассматривал то обстоятельство, что мы обнаружили бы существование технологически развитой цивилизации, даже если бы ее представители не покидали родной планеты. Мы сами последние лет сто сообщаем о своем присутствии всем, кто готов слушать, лишь бы они располагали соответствующими техническими возможностями и находились не слишком далеко, в пределах 946 трлн км от Земли, поскольку это и есть 100 световых лет (св. год) — расстояние, которое свет проходит за 100 лет. С тех пор как было изобретено радио и телевидение, а затем появилась спутниковая и сотовая связь, мы без конца общаемся, постоянно излучая в космос электромагнитные волны. Любые цивилизованные инопланетяне в пределах 100 св. лет, случись им направить радиотелескопы на Солнечную систему, уловили бы сигналы, бесспорно выдающие наше присутствие.

Поскольку законы физики, скорее всего, едины во всех уголках Вселенной, а самое доступное и универсальное средство передачи информации — электромагнитные волны, любая продвинутая инопланетная цивилизация на каком-то этапе своего технологического развития наверняка использует этот способ коммуникации. Частью эти волны неизбежно уйдут в космическое пространство, распространяясь во все стороны со скоростью света.



Неудивительно, что во второй половине XX в. астрономы всерьез задумались о возможности обнаружения сигналов из космоса с помощью технической новинки — радиотелескопов. Начало поиску внеземного разума (search for extraterrestrial intelligence, SETI) положил первопроходец в этой области Фрэнк Дрейк. Возможно, самым знаменитым его достижением является наглядная формула — уравнение Дрейка, которое включает все факторы, необходимые, по его мнению, для оценки вероятности существования где-либо во Вселенной разумной жизни.

Сегодня SETI объединяет ряд многолетних проектов по всему миру, цель которых — активный поиск внеземных сигналов. Со времен Фрэнка Дрейка SETI чрезвычайно разросся и расширил зону поиска далеко за пределы Солнечной системы. В 1984 г. был создан Институт SETI в Калифорнии, еще через несколько лет стартовал проект «Феникс» под руководством астронома Джилл Тартер. С 1995 по 2004 г. участники «Феникса» с помощью радиотелескопов в Австралии, США и Пуэрто-Рико слушали сотни солнцеподобных звезд на расстоянии одной-двух сотен световых лет от Земли. И ничего не услышали. Однако проект принес массу ценной информации для поиска внеземной жизни. Сегодня исследователи весьма активно ведут охоту за планетами вне Солнечной системы (вращающихся вокруг других звезд). Все более крупные и мощные радиотелескопы регулярно исследуют новые потенциально обитаемые звездные системы. Кажется, месяца не проходит без известия об очередной планете земного типа, возможно пригодной для жизни.

Озвученное в 2015 г. решение SETI вложить в поиски разумной жизни в других местах Вселенной \$100 млн всколыхнуло весь мир. Мнение многих выразил физик Стивен Хокинг: «Пора всерьез заняться поиском ответа, поиском жизни за пределами Земли. Важно знать, одни ли мы в космической бездне».



Научные исследования последних лет сосредоточились не только на поиске радиосигналов разумных форм жизни, но и на планетах и их спутниках, где такая жизнь может существовать. В ближнем космосе эти поиски помимо Марса ведутся на спутниках Юпитера и Сатурна. В дальнем — на исследовании экзопланет. Большие надежды связываются с космическим телескопом имени Джеймса Уэбба, который должен быть выведен на орбиту в 2018 г. и является представителем нового поколения космических телескопов, первым прибором, способным зафиксировать биологические маркеры присутствия внеземной жизни.

То, что мы обнаружили множество экзопланет, пригодных для жизни, — это еще полдела. Принципиальный вопрос звучит так: какова вероятность того, что жизнь вообще может возникнуть где бы то ни было при наличии подходящих условий? Чтобы ответить на него, необходимо раскрыть тайну зарождения жизни на Земле. Если мы действительно одни в безбрежном космосе, напрашивается следующий вопрос: почему мы уникальны? Как случилось, что во Вселенной, столь очевидно приспособленной для жизни, жизнь появилась лишь в одном-единственном отдаленном уголке?

Для начала задайтесь вопросом: как случилось, что *вы* появились на свет? Каковы были шансы, что ваши родители встретятся? А шансы на встречу их родителей и т. д.? Все мы и каждый из нас есть результат длинной цепочки крайне маловероятных событий, тянущейся в глубины прошлого к моменту зарождения самой жизни. Разорвись любое звено этой цепи, и вы бы сейчас не задавались вопросами, поскольку просто не существовали бы. Так, может быть, наша жизнь не большее чудо, чем выигрыш в лотерею? Если бы выпала другая последовательность цифр, выиграл бы кто-то другой и точно так же дивился бы удаче при столь малых шансах.

К сожалению, земная жизнь — ограниченный источник знаний о существовании внеземной жизни в Галакти-

ке, поскольку ею исчерпывается доступная нам статистическая выборка. Тот факт, что мы есть, не позволяет делать никаких выводов о том, есть ли жизнь еще где-либо в галактике или в каких формах она могла бы развиваться. Возможно ли существование развитой инопланетной цивилизации или предел допустимого — простейшие одноклеточные микробы? Если не пытаться ответить на эти вопросы, как мы сможем понять, где и что искать?



Разумеется, самый главный вопрос: если мы все-таки найдем их, чем это для нас обернется? Со времен первых сообщений очевидцев о летающих тарелках наука прошла долгий путь, и современные ученые со всей серьезностью ищут разгадку тайны внеземной жизни. Для написания этой книги я собрал замечательную команду ученых и мыслителей, мировых лидеров в своих областях, чтобы осветить этот вопрос всесторонне.

Итак, прежде чем мы начнем, дорогой читатель, позвольте представить вам нашу «команду инопланетчиков». Каждый ее участник вносит в общее представление о проблеме инопланетной жизни собственный уникальный вклад.

Плавный старт нашему космическому путешествию дает королевский астроном космолог Мартин Рис, который в главе 1 расскажет о нашем месте во Вселенной, кратко обрисует, как развивались представления человечества о космосе, и попытается заглянуть в далекое будущее, когда мы сами, возможно, станем «инопланетянами», исследующими дальний космос и обживающими галактику.

В главе 2 астробиолог Льюис Дартнелл задается вопросом, который, вероятно, интересовал и Энрико Ферми: если инопланетные цивилизации, развитые до уровня межзвездных перелетов, существуют, что побудило бы их наведаться к нам? Отсюда вытекает следующий вопрос: чем стало бы для землян пришествие инопланетян — концом света или встречей мирных цивилизаций, желающих больше узнать друг о друге.



Главу 3 ведущий научных телевизионных передач Даллас Кэмпбелл превратил в увлекательный очерк об истории массового помешательства на инопланетной теме и уфологического движения начиная со знаменитого случая встречи Кеннета Арнольда с летающими тарелками в 1947 г. Если вы хотите получить *реальные* знания о возможности внеземной жизни, полезно для начала очистить свой разум от конспирологических теорий и завиральных идей, подготовившись к восприятию серьезных научных данных. Проще всего сделать это, пробежавшись вместе с Далласом по Розуэлльскому инциденту, секретам «Зоны 51» и «Людей в черном» и откровениям похищенных зелеными человечками.

В главе 4 специалист в области когнитивных нейронаук и эксперт по искусственному интеллекту Анил Сет размышляет о возможных отличиях инопланетного разума от земного на примере самого «нечеловеческого» мозга на Земле — мозга осьминога. По его словам, незачем лететь на чужую планету, чтобы познакомиться с внеземным интеллектом. Узнайте, как мыслит осьминог, и вы заглянете в тайны в полном смысле слова «иномирного» разума.

Крис Френч — психолог, профессор, изучающий феномен паранормальных явлений и в особенности веру в теории заговора и явление ложной памяти. В главе 5 он рассказывает о том, что миллионы людей по всему миру считают рассуждения о возможности внеземной жизни бессмысленными — по той простой причине, что имеются убедительные свидетельства не просто существования инопланетян, но и уже состоявшихся контактов с нами. Френч, однако, объясняет свидетельства о «близких контактах» прочно укоренившимися психологическими феноменами.

На этом наша подготовка заканчивается, и мы беремся за дело всерьез. В главе 6 астробиолог НАСА Крис Маккей задается вопросом, какие ингредиенты жизни могут присутствовать во Вселенной повсеместно. Возможно, ответ кажется вам очевидным. Разумеется, любой жизни нужна энер-

гия — она в космосе есть. А вода? Определенные химические элементы, такие как углерод и кислород, и молекулярные строительные блоки, из них образованные? Обязательны ли они, чтобы возникла жизнь, и насколько мы углубляемся в область допущений, размышляя о пределах жизни?



Эстафета переходит к ученому в области астронавтики Монике Грэйди и планетарному геологу Луизе Престон, которые выведут нас на просторы Солнечной системы. Первый пункт назначения, разумеется, Марс, наш ближайший сосед. Грэйди открывает главу 7 верным наблюдением: «В любой книге об инопланетянах обязательно должна быть глава, посвященная Марсу». Она расскажет, чем Марс отличается от Земли и возможно ли, что миллиарды лет назад сегодняшняя бесплодная пустыня была полна жизни. В главе 8 Луиза Престон увлекает нас в путешествие к внешним планетам Солнечной системы — газовым гигантам Юпитеру и Сатурну — и исследует их громадные спутники Европу, Энцелад и Титан в поисках *определенных* форм жизни, возможно появившихся в их гораздо более суровых, чем земные, условиях.

Математик Иэн Стюарт задается вопросом о том, как могли бы выглядеть настоящие инопланетяне, и рассказывает нам о еще более умозрительных формах внеземной жизни. Я знаком с Иэном много лет и давно знаю, что он страстный поклонник научной фантастики — и обладатель впечатляющей библиотеки в 8000 с лишним томов. Поэтому я предложил именно ему в главе 9 рассказать об инопланетянах в представлениях писателей-фантастов, от Герберта Уэллса и Альфреда ван Вогта до Артура Кларка, Ларри Нивена, Стивена Бакстера и моего любимого автора Роберта Хайнлайна. Если вы считаете, что все книжные иномирцы — маленькие зеленые человечки с выпученными глазами и бластерами, милости просим в безграничный мир фантазии этих выдающихся авторов. Кроме того, Стюарт критически рассматривает научные принципы «конструи-



рования» вероятных инопланетян и оценивает, насколько соблюдают их писатели-фантасты.

Проделав уже немалый путь, мы подходим к одной из самых сложных тем всей книги. Дело в том, что для оценки вероятности существования внеземной жизни где-либо во Вселенной необходимо разобраться, насколько специфична жизнь на Земле, как и почему она возникла. Главы 10, 11, 12 посвящены научной проблеме жизни как таковой. Химик Андреа Селла в первой из этих трех глав знакомит нас с ее первоосновами. В конечном счете любая биология имеет в своей основе химические процессы. Итак, существуют ли химические реакции, ведущие к усложнению системы — от неживой материи к способной поддерживать высокоорганизованное состояние? В следующей главе биохимик Ник Лейн изучает вопрос зарождения жизни на Земле. Если вы считаете, что все произошло само собой, потому что около 4 млрд лет назад при благоприятных условиях в некоем теплом мелком пруду смешались все необходимые химические элементы, то вы сильно отстали от современности. Пускай наука пока не открыла тайну происхождения жизни, в последние годы она совершила громадный рывок вперед. Прежде всего Лейн пытается дать определение «живого», а затем описывает несколько возможных путей превращения химии в биологию.

В главе 12 мой давний коллега и соавтор молекулярный генетик Джонджо Макфадден вносит в рецептуру новый ингредиент. Он утверждает фактическую невероятность возникновения жизни на Земле практически сразу же, как только сложились благоприятные условия, и от этого факта нельзя просто так отмахнуться. По его мнению, решающую роль ускорителя событий могла сыграть квантовая механика, эта удивительная контринтуитивная теория строения субатомного мира.

Физик-теоретик Пол Дэвис много писал на тему возможности существования жизни во Вселенной. Среди множе-

ства его занятий и званий — интригующая должность действующего председателя «научно-технологической группы реагирования на обнаружение сигнала» проекта SETI. В этом качестве он обязан «быть в любой момент доступен для обращения за рекомендацией и консультацией по вопросам, возникающим вследствие открытия сигнала, гипотетически инопланетного разумного происхождения». Иными словами, если мы обнаружим инопланетян, именно он должен будет объявить об этом миру. В главе 13 он анализирует вероятность инопланетной жизни с более широких космологических позиций и размышляет, почему многие выдающиеся ученые убеждены в ее существовании.



Наша книга лишилась бы всякой ценности, если бы не осветила противоположную точку зрения. Поэтому глава 14 предоставлена зоологу Мэтью Коббу, который собрал отрезвляющие аргументы против взглядов оптимистов, высказавшихся в предыдущих главах. Он утверждает, что зарождение жизни на Земле, в частности сложной многоклеточной (и разумной) жизни, было столь маловероятным событием, что ответ на парадокс Ферми можно было бы сформулировать в виде другого вопроса: на каких основаниях мы вообще надеемся, что в космосе есть кто-то еще?

В главе 15 генетик, автор и ведущий теле- и радиопередач Адам Резерфорд рассказывает, как кинематографисты изображают инопланетян в своих фильмах. Он приготовил для нас увлекательную и информативную ретроспективу почти 100-летней истории киношных инопланетян, от чрезвычайно убедительных до попросту смехотворных воплощений, из которых со всей очевидностью следует: мы почти всегда представляем космических гостей удивительно похожими на нас самих. И почти наверняка ошибаемся!

Наконец, мы готовы исследовать необъятные глубины космоса. Следующие четыре главы объединяет то, что их авторы, ученые с мировым именем, сделали поиск вне-



земной жизни своей работой. Астробиолог Натали Каброл является директором Центра им. Карла Сагана и ведущим исследователем проекта SETI почти 20 лет. В главе 16 она откроет перед нами профессиональные секреты поиска инопланетян (в прошлом, настоящем и будущем). В главе 17 астроном Массачусетского технологического института Сара Сигер рассказывает о многообещающих возможностях нового космического телескопа Джеймса Уэбба и предлагает обновленный вариант уравнения Дрейка — формулы вычисления вероятности внеземной жизни с учетом самых свежих научных открытий.

Автор главы 18 астрофизик Джованна Тинетти познакомит нас с методом спектроскопии, современные возможности которого далеко не ограничиваются простым открытием отдаленных землеподобных экзопланет. В начале 2016 г. вышла статья, авторы которой, включая Джованну, сообщили о первом в истории непосредственном обнаружении и анализе газового состава атмосферы экзопланеты. Эта планета в два раза превышает размерами Землю, обращается вокруг желтого карлика — звезды Коперник созвездия Рака в 41 св. годе от нас. Изучение состава атмосферы отдаленной планеты — это потрясающая возможность для поиска красноречивых свидетельств жизни на ней. Например, если мы обнаружим кислород, водяной пар или сложные органические соединения, то лично я буду в полном восторге.

Последняя по очереди, но, безусловно, не по значимости глава 19 — вклад нынешнего директора SETI астронома Сета Шостака, показывающего, какой неординарности мышления, креативности и изобретательности требует поиск жизни во Вселенной.

Все эти эссе, а также труды передовых ученых и писателей, на которых они основаны, отражают тот факт, что сегодня, во втором десятилетии XXI в., мы делаем только первые шаги нашего путешествия в поисках ответов на самые

важные вопросы бытия. Что есть жизнь? Уникальны ли мы? Каково наше место во Вселенной?

Тема поиска инопланетян многим представляется ненаучной, если не глупой, — царством конспирологических теорий и маленьких зеленых человечков. В действительности размышления о внеземных цивилизациях заставили нас поставить перед собой ряд критически значимых для человечества вопросов и даже начать на них отвечать. Достижением последних лет является то, что подобные глубокие вопросы перестали быть вотчиной теологов и философов — к их обсуждению присоединились серьезные ученые. Более того, мы и взялись за эти вопросы всерьез. Этот сборник поможет вам составить собственную точку зрения на них. Уверен, что вы получите удовольствие от чтения.





# Инопланетяне и мы: СМОЖЕТ ЛИ ПОСТЧЕЛОВЕЧЕСТВО заселить Галактику?



Мартин Рис

Внеземная жизнь и инопланетный разум всегда были увлекательными темами для размышлений на стыке фантастики и научного знания, где рождаются самые смелые гипотезы. Однако в последние пару десятилетий революционные открытия по целому ряду направлений вывели эти темы практически в мейнстрим — на передовой край науки.

Изучение планет за пределами Солнечной системы — так называемых экзопланет — началось больше 20 лет назад. Теперь можно с уверенностью утверждать, что в нашей Галактике миллиарды экзопланет. Мы ближе подошли к пониманию происхождения жизни. Много десятилетий было очевидно, что объяснение перехода от сложных химических соединений к чему-то, что можно было бы назвать «живым», — одна из главных научных головоломок. Вплоть до недавнего времени ученые избегали ее, считая несвоевременной и попросту нерешаемой. Теперь же множество выдающихся умов взялись за поиск разгадки.

По мере развития компьютеров и робототехники нас все больше интересовал вопрос, сможет ли искусственный интеллект (ИИ) в грядущие десятилетия сравняться с чело-



веческим и даже превзойти его. На этой основе возникла дискуссия о природе сознания, а специалисты по этике и философы сделали следующий шаг в осмыслении того, какие формы неорганического интеллекта могут быть созданы человечеством — или уже существуют в космосе — и как люди могли бы с ними связаться.

## Немного истории

Идея о «множественности обитаемых миров» восходит к античности. С XVII по XIX в. было широко распространено представление о том, что на других планетах Солнечной системы есть жизнь. Астроном Уильям Гершель считал, что даже Солнце может быть обитаемо. Аргументы носили скорее не научный, а теологический характер. Видные мыслители XIX в. утверждали, что жизнь должна наполнять космос, поскольку в противном случае создание столь обширной области пространства было бы пустой тратой сил Творца. С иронической критикой такого рода идей выступил соавтор теории естественного отбора Альфред Рассел Уоллес в великолепной книге «Место человека во Вселенной»\* (Man's Place in the Universe). Особенно досталось от Уоллеса физику Дэвиду Брюстеру (тому самому, в честь которого назван оптический закон), который настаивал на том, что даже на Луне должны быть жители. Если бы Луна «была обречена служить лишь лампой для нашей Земли, тогда незачем было бы разнообразить ее поверхность высокими горами и потухшими вулканами, — утверждал Брюстер. — Она лучше годилась бы на роль лампы, если бы представляла собой гладкий кусок известняка или мела».

К концу XIX в. многие астрономы были настолько убеждены в существовании обитателей других планет Солнечной системы, что первому человеку, который сумеет вступить

---

\* Уоллес А. Место человека во Вселенной. — СПб.: Изд. О.Н. Поповой, 1904.

с ними в контакт, была обещана премия в 100 000 франков. Контакт с марсианами, однако, на премию претендовать не мог — считалось, что это слишком просто!

Космическая эра принесла отрезвляющие новости. Затянутая плотными облаками Венера, рисовавшаяся тропическим раем, изобилующим водой, оказалась безжалостной адовой бездной едких кислот. Меркурий — изуродованная глыба раскаленного камня. Пробы, взятые на Марсе зондом НАСА «Кьюриосити» и его предшественниками, показали, что и этот, самый землеподобный объект Солнечной системы, представляет собой ледяную пустыню с очень слабой атмосферой. Возможно, какие-то существа плавают подо льдом Европы или Энцелада — спутников, соответственно, Юпитера и Сатурна, но поводов для оптимизма мало. Определенно, на встречу с развитой жизнью, где бы то ни было в Солнечной системе, кроме Земли, рассчитывать не приходится.



Однако найти жизнь за пределами Солнечной системы — дальше, чем позволяет наша нынешняя технология, — шансы как будто выше. На сегодняшний день очевидно, что вокруг большинства звезд вращаются планеты, как это виделось Джордано Бруно еще в XVI в. Уже с 1940-х гг. астрономы полагают, что он мог быть прав. Более ранняя теория о возникновении нашей системы из протуберанца, оторванного от Солнца приливными силами прошедшей поблизости звезды (предполагавшая, что планетарные системы — редкость), была опровергнута. Но лишь в конце 1990-х гг. начали появляться свидетельства существования экзопланет. Планетарные системы отличаются огромным разнообразием, однако в одной только нашей галактике Млечный Путь предположительно около миллиарда планет являются «землеподобными» — т. е. имеют сопоставимые с Землей размеры и находятся на соответствующем расстоянии от своей звезды, соответственно, там может существовать вода, которая не выкипает и не остается вечно замерзшей.



Возможно, эти планеты пригодны для обитания. Из чего, разумеется, совершенно не следует, что они обитаемы. Жизнь могла возникнуть вследствие случайного события столь малой вероятности, что во всей Галактике оно могло произойти один-единственный раз. Возможно, однако, и противоположное — что зарождение жизни неизбежно при наличии подходящих условий. Мы попросту этого не знаем, как не знаем и того, является ли биохимия на основе ДНК и РНК единственным фундаментом развития жизни, причем только земной, или одним из множества вариантов, могущих реализоваться где угодно.

Этот ключевой вопрос скоро будет прояснен. Загадке происхождения жизни уделяется все большее внимание, и она уже не входит в число вопросов (как, например, о природе сознания), которые, при очевидной значимости, считаются «слишком крепкими орешками».

Почти полтысячелетия назад Джордано Бруно смело шагнул еще дальше, заявив, что на некоторых планетах — в других мирах, «столь же великолепных, как наш» — не может не быть «обитателей, подобных земным или даже лучших». Оправдается ли в один прекрасный день его предсказание? Если возникла простая жизнь, велика ли вероятность того, что она разовьется до состояния сложных, мыслящих живых существ, подобных нам? Даже в рамках гипотезы, что жизнь в определенных формах — таких как микробы — возникает достаточно легко, ничто не гарантирует ее эволюции до разумной жизни. Этот процесс может зависеть от огромного количества факторов, большинство из которых нам не известны. Ход эволюции на Земле находился под влиянием циклических оледенений, тектонической истории нашей планеты, ударных воздействий астероидов и тому подобного. Многие авторы размышляли на тему так называемых «бутылочных горлышек» — ключевых труднопреодолимых стадий эволюции. Возможно, переход к многоклеточной жизни — одно из таких «бутылочных горлышек».

(Тот факт, что простейшая жизнь на Земле, по-видимому, возникла достаточно быстро, тогда как для появления даже самых примитивных многоклеточных организмов потребовалось почти 3 млрд лет, заставляет предположить, что развитие любой сложной жизни может сталкиваться с крайне серьезными препятствиями.) Как вариант «бутылочное горлышко» придется преодолевать на последующих этапах. Но даже в сложной биосфере не гарантировано возникновение разумной жизни. Если бы не вымерли динозавры, оставив эволюционную брешь, где смогли развиваться наши предшественники-млекопитающие, еще неизвестно, появились бы на нашей планете разумные существа.



Не исключено, что грозное «бутылочное горлышко» еще поджидает нас самих на нынешней стадии эволюции — стадии, когда разумная жизнь овладевает мощной технологией. В таком случае долгосрочный прогноз существования жизни «земного происхождения» определяется тем, переживут ли люди этот эволюционный кризис. Причем не обязательно, чтобы в планетарной катастрофе выстояла сама Земля. Достаточно, чтобы до краха некоторые люди или космические аппараты распространились за пределы родной планеты.

Рассуждая о возможности жизни во Вселенной, мы, безусловно, должны непредубежденно подходить к вопросам о том, где она могла бы возникнуть и в каких формах, — уделив внимание в том числе неземлеподобной жизни в неземлеподобных условиях. Но за отправную точку, очевидно, имеет смысл взять то, что нам уже известно, и всеми доступными средствами изучить состав атмосферы экзопланет в поисках биосферы. В ближайшие 10–20 лет мы наверняка получим какие-то данные на этот счет благодаря спектральному анализу при высоком разрешении. Таковы возможности космического телескопа Джеймса Уэбба и 30-метровых наземных телескопов следующего поколения, которые будут введены в строй в 2020-е гг. Чтобы дове-



сти до максимума шансы на успех, нужно предварительно просканировать все небо в поисках ближайших землеподобных планет. Даже для телескопов нового поколения станет сложной задачей отделение спектра атмосферы планеты от спектра несоизмеримо более яркой звезды, вокруг которой она вращается.

Все рассуждения относительно развитой или разумной жизни строятся на гораздо более шатком фундаменте по сравнению с простыми формами жизни. На мой взгляд, отсюда вытекает две вероятности, в чем, возможно, убедятся сотрудники проекта SETI.

1. Найденная нами жизнь не будет «органической» или биологической.
2. Она уже покинет планету, где жили ее биологические предшественники.

## **Отдаленное будущее разума земного происхождения**

Мы уже начали исследовать Солнечную систему. К концу столетия у нас будут карты каждой планеты, каждого спутника и астероида. Следующим этапом станет создание масштабных, полностью роботизированных производств, способных строить в космосе огромные объекты. Это будет более эффективным использованием ресурсов, добытых на астероидах или на Луне, чем транспортировка их на Землю. «Потомки» космического телескопа «Хаббл» с тонкими, как лист, зеркалами большой площади, собранные при нулевой гравитации, позволят нам как никогда глубоко заглянуть в космические дали.

Какая роль отводится людям? «Кьюриосити», марсоход НАСА, почти наверняка мог проглядеть потрясающие открытия, мимо которых не прошел бы живой геолог. Однако робототехника стремительно развивается, осваивая все более совершенные беспилотные космические аппараты,

и уже в этом столетии в космосе могут появиться роботизированные мощности, способные создавать гигантские легкие структуры. С каждым достижением робототехники и миниатюризацией аппаратов пилотируемые космические полеты все более лишаются практического смысла. Если кто-то из ныне живущих однажды ступит на поверхность Марса (на что я надеюсь!), это будет скорее приключением, а также очередным шагом, приближающим человечество к звездам.

Пилотируемый космический полет в качестве государственной программы, проводимой западными правительствами, — чрезвычайно дорогостоящее предприятие. Затраты могла бы снизить готовность астронавтов рисковать. Полагаю, чтобы отправиться в космос дальше Луны, нужно быть отчаянным искателем приключений, готовым к любому риску. Но о массовой эмиграции и речи не идет, поскольку даже самые негостеприимные уголки Земли, такие как Антарктида в разгар полярной зимы или высочайшие горные вершины, несопоставимо более приспособлены для жизни человека, чем любой объект Солнечной системы. Космос никогда не станет для нас местом спасения от земных проблем.

Тем не менее в следующие 100 или 200 лет маленькие группы первопроходцев вполне могут основать поселения, пригодные для автономного проживания вне Земли. Возможно, по этическим соображениям мы решим ввести ограничения на генетические модификации и создание киборгов на Земле. Напротив, попытки первых космических переселенцев освоить любые новые технологии, которые позволят их потомкам процветать во враждебной среде, будут и логичными, и одобряемыми. За несколько столетий разовьется новый вид — постчеловечество, весьма отличающийся от людей, оставшихся на Земле. Постепенно возможен переход к полностью неорганическим формам существования разума.



Самое жесткое ограничение на рутинные полеты, тем более за пределы орбиты Земли, накладывает неэффективность химического топлива, оборачивающаяся необходимостью брать его запас, намного превышающий по весу полезную нагрузку. До тех пор пока мы зависим от химического топлива, межпланетное путешествие остается крайне сложной задачей. (Заметим, кстати, что в силу фундаментальных законов химии это общее ограничение для любой органической разумной жизни на любой планете. Если гравитация планеты достаточна, чтобы удержать атмосферу при температуре, обеспечивающей наличие жидкой воды и не слишком медленный метаболизм, то для преодоления этой гравитации на каждую молекулу груза придется затратить более одной молекулы химического топлива.)

Революционным прорывом может стать появление двигателя на основе атомной энергии (или футуристического аннигилятора материи/антиматерии). Но и в этом случае для полета дальше ближайших к нам звезд не хватит человеческой жизни. Межзвездные путешествия могут стать реальностью только для постчеловечества. Откажутся ли его представители от тела со всеми его ограничениями в пользу кремния или останутся органическими существами, сумевшими преодолеть или до бесконечности замедлить естественные процессы старения и смерти, — это покажет будущее.

Почти никто не сомневается, что постепенно машины освоят и даже превзойдут многие способности, которые мы считаем сугубо человеческими. Вопрос лишь в сроках. Растянется ли этот процесс на века или уложится в несколько десятилетий? Последняя наблюдаемая фаза человеческой эволюции оказалась намного более стремительной, чем все предыдущие. По сравнению с миллиардами лет дарвиновской эволюции, создавшей человека современного вида, и с полным временем существования Космоса она произошла мгновенно. Возможно, порождения технологиче-

ской эволюции будут оценивать наш нынешний интеллект не выше, чем мы оцениваем интеллект мотылька.

Итак, человек вовсе не вершина эволюции. Если мы инициуруем переход к потенциальному бессмертию сознания в кремниевом носителе, то сохраним определенное значение в космических масштабах — чем и должны будем утешаться. Когда постчеловечество двинется в космос, преодолевая ограничения биологического существования, наше наследие станет частью его пути во Вселенной. Как мы ныне находим следы минувших цивилизаций, так космические обитатели далекого будущего станут открывать археологические следы, оставленные нашей цивилизацией. Более поздние, мощные и высокоразвитые культуры, отделенные от нас тысячелетиями, возможно, сохраняют в себе отпечаток наших мыслей и веры, подобно тому как наши тела сохраняют пережитки ранних стадий эволюции.



Следующий вопрос: будут ли подобные существа в полной мере наделены «сознанием» или это исключительное свойство водно-органического мозга человека и, вероятно, некоторых животных? Независимо от своих физических возможностей будут ли роботы осознавать себя, обладать подобием той интенсивной внутренней жизни, которая нас отличает? Ответ на этот вопрос принципиален для нашей реакции на описанный мною сценарий далекого будущего. Если машины будут механическими зомби, то постчеловеческое будущее представляется мрачным. Если же они будут наделены сознанием, можно лишь приветствовать перспективу их господства.

Многие мыслители ныне сходятся на том, что машинам суждено перегнать нас на Земле еще до того, как мы сумеем создать колонию людей где-либо в космосе. Абстрактное мышление биологического мозга служит фундаментом всех культур и наук. Но эта мыслительная деятельность — длящаяся самое большее 10 000 лет — станет кратким этапом, предшествующим деятельности более мощных форм интел-



лекта неорганической постчеловеческой эры. «Влажный» органический мозг имеет заданные химическими и метаболическими процессами пределы развития. Не исключено, что мы их уже достигли. Кремниевые (или даже квантовые) компьютеры не имеют подобных ограничений, и их будущее развитие может стать столь же интенсивным и значительным, что и эволюционный путь от одноклеточных до человека.

Возможно также, что если мы прикованы к нашей планете, поскольку развивались в неразрывной связи с ней, то формы ИИ, свободные от этих уз, именно в межпланетном и межзвездном пространстве смогут достичь всей полноты своего развития.

Со времени появления человека как вида наш мозг изменился очень мало. Просто потрясающе, что его возможностей достаточно и для того, чтобы выжить в африканской саванне, и чтобы постичь сложнейшие концепции квантовой механики и строения космоса. Тем не менее ряд ключевых свойств реальности могут оставаться недоступными нашему пониманию. По мере развития науки мы обязательно найдем ответы на многие нынешние вопросы, но некоторые аспекты Вселенной, предопределяющие наше отдаленное будущее, могут оказаться попросту непостижимыми для нас. Придется ждать появления постчеловеческого интеллекта с принципиально иной структурой сознания, чтобы эти тайны были разгаданы.

## **SETI: перспективы и методы исследования**

Из вышеописанных сценариев следует (и это повод для гордости!), что, даже если жизнь зародилась только на Земле, она не останется преходящей случайностью во Вселенной. Возможно, человечество является не столько итогом, сколько началом процесса, в ходе которого еще более сложный разум распространится по Галактике.

Это, однако, означает, что в настоящее время никаких инопланетян не существует.

Но давайте представим, что жизнь зародилась еще на множестве планет, причем на некоторых из них естественный отбор пошел по такому же пути, что и у нас. Даже в этом случае крайне маловероятно, что основные стадии эволюции будут синхронными. Если развитие разума и технологии на планете значительно отстает от событий на Земле (поскольку планета моложе, или прохождение «бутылочных горлышек» отняло больше времени), тогда, разумеется, никаких признаков разумной жизни на ней наблюдать не будет. Напротив, жизнь в системе звезды, более старой, чем Солнце, могла стартовать на миллиард или более лет раньше и на данный момент значительно продвинулась в развитии по одному из футуристических сценариев, о которых говорилось в предыдущем разделе.



Общая черта этих сценариев — представление об «органическом» разуме человеческого уровня как о кратком подготовительном этапе перед эволюционной победой машин. История человеческой технологической цивилизации измеряется (самое большое) тысячелетиями, и, возможно, всего через одно или два столетия людей догонит или превзойдет неорганический разум, который затем будет существовать, продолжая развиваться, миллиарды лет. Следовательно, если нам удастся обнаружить внеземной разум, он, скорее всего, окажется неорганическим. Практически нереально застать инопланетную разумную жизнь в тот краткий промежуток времени, когда она еще находится в органической форме.

Программы поиска инопланетной жизни SETI, бесспорно, имеют смысл. Пусть шансы невелики, сам вопрос слишком важен. Можно только приветствовать такие инициативы, как Breakthrough Listen — рассчитанный на десять лет масштабный проект российского инвестора Юрия Мильнера по применению и развитию технологии подробного сканирования неба.



Радиотелескопы, время наблюдения на которых арендуется на грант Мильнера, будут искать радиосигналы природного происхождения от ближних и дальних звезд, плоскости Млечного Пути, центра нашей Галактики и соседних галактик. В широком спектре радио- и микроволновых частот с применением продвинутой обработки сигнала будет вестись поиск явно искусственной передачи. Однако даже в случае успеха (вероятность которого немногие оценивают более чем в 1%) я бы не рассчитывал на то, что сигнал окажется сообщением, пригодным для расшифровки. Скорее, это будет побочный продукт (или даже ошибка) некой сверхсложной машины, устройство которой намного превосходит наше понимание, — отдаленного потомка инопланетных органических существ (все еще живущих на родной планете или давным-давно вымерших). Мы могли бы расшифровать только сообщения разума определенного типа, относящегося к той (вероятно, малочисленной) разновидности, которая пользуется технологией, укладываемой в наши ограниченные представления.

Даже при условии, что разум распространен в космосе повсеместно, мы в принципе способны распознать лишь крохотную и простейшую долю его проявлений. Какие-то «мозги», возможно, описывают реальность принципиально непостижимым для нас образом. Другие ведут созерцательную энергоэкономную жизнь, не выдавая своего присутствия никакими действиями. Нам следует начать с поиска планет, похожих на нашу, вращающихся вокруг долгоживущих звезд, невзирая на то что научная фантастика предлагает более интересные варианты для поиска внеземной жизни. Прежде всего стоило бы отказаться от представления о ней как об «инопланетной цивилизации» — оно слишком ограничено. Под «цивилизацией» подразумевается общество, состоящее из индивидов, тогда как внеземная жизнь может оказаться, например, единым интегрированным разумом. Возможно, сигналы передаются, но мы

не опознаем их искусственного происхождения, поскольку не знаем, как их расшифровывать. Радиоинженеру, знакомому только с амплитудной модуляцией, пришлось бы попотеть, чтобы понять современную беспроводную передачу.

Не исключено, что Галактика уже сейчас изобилует развитой жизнью и наши потомки присоединятся к галактическому содружеству в качестве «младших членов». Или же в конце концов окажется, что мы все-таки одни — счастливицы, наследующие целую Вселенную, которая словно бы создана для жизни. В этом случае нам незачем особенно скромничать: наша крохотная планета — бледно-голубая точка в космосе — становится самым важным местом во всем его безграничном пространстве. Местом, где зародилась жизнь и откуда она, если продолжится ее неукротимое стремление к осознанности и сложности, однажды выйдет, чтобы распространиться повсеместно.



Наконец, в связи с поиском внеземной жизни уместно напомнить две крылатые фразы: «Исключительные заявления требуют исключительных подтверждений» и «Отсутствие доказательств не есть доказательство отсутствия».





# БЛИЗКИЕ КОНТАКТЫ





# (Не)желанные гости: зачем инопланетянам лететь к нам?

Льюис Дартнелл

Я астробиолог и провожу много времени в лаборатории, исследуя образцы из разных уголков Земли с самыми экстремальными условиями в поисках ответов на вопросы, как могла бы выстоять жизнь в других мирах Солнечной системы и какие признаки ее существования возможно обнаружить. Если биологическая жизнь вне Земли вообще существует, то основную массу обитателей Галактики должны составлять микробы — чрезвычайно жизнестойкие одноклеточные, развивающиеся раньше остальных форм и способные выдерживать намного большее разнообразие условий обитания. Некоторые авторы этого сборника рассуждают о причинах, по которым разумная жизнь в Галактике имеет исчезающе малые шансы на существование. Честно говоря, в этом отношении я тоже пессимистичен. Поймите меня правильно: если завтра земляне получают от инопланетян твит или любое другое текстовое сообщение, переданное с помощью радиоволн или лазерных импульсов, я буду совершенно счастлив. Однако до сих пор мы не нашли ни одного убедительного свидетельства существования другой цивилизации среди звезд над нашими головами.



Но давайте предположим, чисто теоретически, что где-то в Галактике обитают еще одна или две цивилизации. Все мы знакомы с мрачными предположениями Голливуда о том, чем займутся инопланетяне по прибытии на Землю: сожгут дотла Белый дом и станут разводить людей как скот себе в пищу или высасывать наши океаны. По этим сценариям были сняты популярные фильмы, но никакой разумной критики они не выдерживают. Проведем мысленный эксперимент и попытаемся понять, зачем инопланетянам действительно могло бы понадобиться лететь на Землю. На мой взгляд, это лучший способ — нет, не подготовиться к обороне или торжественной встрече, а познакомиться с целым рядом основных проблем астробиологии.

*Инопланетяне летят на Землю за рабами или партнерами для размножения.* Внеземные расы, порабащивающие друг друга, — популярное развитие событий во многих научно-фантастических вселенных. Порабощение поверженных врагов или других социумов, не способных защищаться, к сожалению, является характерной чертой земной истории. Трудно, однако, найти причины, по которым существа, овладевшие межзвездными перелетами, что свидетельствует о чрезвычайно высоком уровне развития техники и энергетики, могли бы нуждаться в рабах. Строить роботов или другие виды автоматов и механизмов — намного более эффективное решение проблемы рабочих рук. Люди крайне хрупки, неремонтопригодны и нуждаются в пище. Мысль о том, что люди нужны инопланетянам для продолжения рода, вообще за гранью здравого смысла. Половое размножение на генетическом уровне представляет собой соединение ДНК двух особей. Таким образом, чтобы раса инопланетян могла скрещиваться с нами, она должна использовать не только ту же самую полимерную молекулу, дезоксирибонуклеиновую кислоту, в качестве хранилища генетической информации, но и точно такие же

четыре «буквы» генетического алфавита (и никакие другие пуриновые и пиримидиновые основания, известные химии), такую же систему кодирования для построения белков в соответствии с генетическими кодами, такую же структуру организации цепочек ДНК в хромосомы и т. д. Сейчас проводится много исследований по оценке вероятности использования ДНК внеземной жизнью и поиску возможных альтернативных молекул, однако допускать, что инопланетяне имеют ту же генетику, что и люди, — это слишком. Люди не способны скрещиваться даже со своими ближайшими эволюционными родственниками на Земле — шимпанзе (кстати, именно так определяются разные виды — их представители не способны иметь фертильное потомство). Совсем уж невероятна возможность скрещивания двух форм жизни с разных планет, имеющих совершенно разную эволюцию.

*Инопланетяне прилетают на Землю, чтобы есть нас.* Итак, инопланетяне не двинутся сюда, чтобы обращать нас в рабство или спариваться с нами. Что, если они хотят на нас поохотиться? Чтобы ответить на вопрос, сможет ли космический пришелец нас переварить, нужно познакомиться с фундаментальными характеристиками живой молекулы. Другие главы этой книги расскажут вам об основном молекулярном строении всех земных организмов. Наши клетки состоят из различных органических молекул: протеинов (полимеров аминокислот), нуклеиновых кислот ДНК и РНК (полимеров оснований и сахаров) и мембран из фосфолипидов. Для того чтобы строить новые клетки с целью репродукции, роста и восстановления своего тела, нам нужен источник всех этих простых строительных блоков. Мы поедаем других животных и растения, и наша пищеварительная система расщепляет их на компоненты — аминокислоты, сахара и жирные кислоты, которые затем служат нам строительными блоками. Таким образом, чтобы извлечь питательную



ценность из человеческой плоти, инопланетное чудовище должно обладать практически такой же биохимией, имея, следовательно, ферменты для переработки молекул, из которых мы состоим. На некоторых метеоритах был обнаружен полный набор аминокислот, сахаров и молекул жиров, который возник в результате астрохимических процессов во внешнем космосе, так что внеземная жизнь может строиться из тех же блоков, что и наша. Но это еще не все благодаря одной очень любопытной тонкости. Простые органические молекулы, такие как аминокислоты и сахара, могут существовать в двух разных формах, зеркальных по отношению друг к другу (подобно тому как две руки имеют одинаковую форму, но совместить их, наложив одну поверх другой, невозможно). Такие две зеркальные молекулы называются энантиомерами. Оказывается, все формы жизни на Земле используют только левосторонние аминокислоты и правосторонние сахара, тогда как в неживых химических соединениях энантиомеры представлены в равном количестве. Таким образом, если мы сумеем найти следы аминокислот на Марсе, у нас будет прекрасный способ определить, являются ли эти органические молекулы остатками древней марсианской жизни или всего лишь продуктами астрохимии. Достаточно будет проверить, преобладают ли в них лево- или правосторонние формы, или тех и других поровну. Самым восхитительным результатом стало бы открытие на Марсе следов древних бактерий на основе форм органических молекул, противоположных нашим, т. е. правосторонних аминокислот или левосторонних сахаров, поскольку тогда мы бы точно знали, что эта жизнь имела строго внеземное происхождение, а не была занесена с Земли. А вот и забавное следствие: инопланетные захватчики могут состоять из тех же самых органических молекул, что и мы (аминокислот, сахаров и прочего), но не сумеют извлечь из наших тел никакой питательной ценности, поскольку первая жизнь на их родной планете использовала другие

энантиомеры. На молекулярном уровне мы окажемся зеркальными подобиями друг друга.

*Инопланетяне летят на Землю, чтобы похитить наши океаны.* Инопланетным захватчикам нет смысла трогаться в путь и превращать нас в дичь, если только они не обладают, по сути, человеческой биохимией. Возможно, Земля привлечет их как источник других жизненно важных субстанций? Вся жизнь на Земле имеет водную основу.  $H_2O$  является поразительным в своей универсальности растворителем и участвует в биохимических процессах. Вероятно, и внеземная жизнь будет основываться на этом соединении. В этом случае инопланетяне потянутся к водным богатствам Земли — нашим океанам, морям, рекам и озерам, — чтобы попросту их высосать. Недостаток этой теории в том, что в космосе имеется великое множество гораздо более подходящих источников воды. Ученые считают, что Земля, только что возникшая из газопылевого диска, вращающегося вокруг молодого Солнца, была чрезвычайно сухой планетой. Вода, наполнившая наши океаны, была доставлена бомбардирующими Землю кометами и астероидами из более холодных внешних областей Солнечной системы. Европа, один из спутников Юпитера, содержит в океане, сплошным слоем покрывающем ее под ледяной корой, больше жидкой воды, чем вся наша планета. Именно Европа — а не Земля — водный мир нашей системы. Будь вы инопланетянином, рыскающим между звездами из-за невыносимой жажды, вы нашли бы несравненно больше воды на ледяных спутниках и в кометном облаке внешней Солнечной системы. Да и действовать в глубоком космосе значительно проще, чем тащить содержимое океанов из мощной гравитационной ямы Земли.



*Инопланетяне летят на Землю за каким-либо другим сырьем.* Если пришельцам не нужна наша вода, не могут ли они



захватить Землю ради других природных ресурсов? Например, чтобы счистить с ее поверхности все города, превратить всю планету в открытую горную выработку, добывать металлы и строить еще более огромные космические корабли? Однако, поскольку Земля формировалась из расплава с просачиванием металлов к ядру, земная кора очень бедна такими ценными металлами, как железо, никель, платина, вольфрам и золото. Как и в случае с водой, трудно понять, зачем пришельцам канителиться с вывозом сырья из нашей гравитационной ямы при наличии астероидов, состоящих из тех же самых базовых скальных пород. Более того, считается, что некоторые астероиды представляют собой практически чистые металлические самородки. Они были когда-то ядрами протопланет, разрушенных катастрофическими столкновениями с другими небесными телами на раннем этапе существования Солнечной системы. Несколько компаний уже задумываются о бурении на астероидах с целью разработки этих исключительно ценных источников сырья. Допустим, впрочем, что у предполагаемых пришельцев есть особые причины бурить именно Землю. Действительно, астероиды, Земля и другие планеты земного типа, в сущности, состоят из одних и тех же скальных пород. Однако Земля не инертный кусок руды. Это очень активное, изменчивое космическое тело. Скажем, тонкая земная кора разделена на фрагменты, которые непрерывно скользят по поверхности горячей вязкой мантии, трутся своими гранями, наползают на соседей или подныривают под них, а то и раскалываются, формируя новые платформы. Это непрерывный процесс тектоники плит. На данный момент астрономы обнаружили свыше 4500\* планет вне Солнечной системы — вращающихся вокруг других звезд, — и количество скальных планет в нашей Галактике ныне оценивается в миллиарды. Но вот самый жгучий вопрос совре-

---

\* В это число входят и кандидаты в такие объекты. — *Прим. науч. ред.*

менной планетарной науки и астробиологии: пусть планеты земного типа обычны, но что, если землеподобные планеты с *тектоническим движением плит* редки? Считается, что именно благодаря тектонике климат Земли остается стабильным миллиарды лет, позволяя эволюционировать таким сложным формам жизни, как человек. Она же концентрирует некоторые металлы в богатые руды. Вероятно, лишь малая часть землеподобных планет имеет тектонические процессы (их нет ни на Марсе, ни на Венере). Так что, возможно, инопланетная цивилизация явится к нам ради уникальной тектоники и руд определенных металлов, а мощная биосфера, сформировавшаяся благодаря той же тектонике, окажется не более чем случайным неудобством.

*Инопланетяне летят на Землю в поисках нового дома.* В Галактике найдется множество каменных планет, свободных для освоения, однако — к этому вопросу мы будем неоднократно возвращаться на страницах нашей книги — расположения в пригодной для обитания зоне недостаточно, чтобы на планете земного типа могла существовать сложная жизнь. Колонии жизнестойких микробов, извлекающих энергию из неорганики глубоко под поверхностью, сумеют выжить почти везде, но сложной жизни нужен гораздо более узкий диапазон условий на поверхности планеты. Различные свойства Земли, помимо теплых океанов, считаются решающим фактором поддержания стабильной среды в течение геологических эпох. Это в том числе тектоническое движение литосферных плит, регулирующее климат, массивная Луна, исключаяющая слишком сильное колебание оси вращения планеты, и охватывающее всю планету магнитное поле, которое отклоняет в сторону солнечный ветер и не позволяет сдувать атмосферу в космос. Поэтому планеты, похожие на Землю, могут быть редкостью, следовательно, являться желанной целью для инопланетных колонизаторов. Но даже если подобные условия необходимы, чтобы сложная жизнь



в принципе появилась, как только разумный вид достигает достаточного развития для межзвездных путешествий, он, вероятно, овладевает и возможностью искусственно менять среду на планетах. Например, многие специалисты уже сейчас всерьез обдумывают глобальные инженерные проекты по предотвращению самых опасных последствий потепления на Земле. Пусть в общих чертах, но уже известно, когда мы сможем приступить к терраформированию Марса, чтобы люди могли находиться на его поверхности без космических скафандров. Сам факт того, что Земля густо заселена собственными формами жизни (большинство которых составляют неистребимые микробы, влияющие на химические процессы в атмосфере и океанах), вероятно, отпугнет инопланетян с их собственной, совершенно другой, биохимией, ищущих место для колонии. Проще найти планету земного типа, на которой пока нет собственной жизни, и создать в этом пустом мире свою биосферу.

*Инопланетяне летят на Землю ради встречи с землянами.* На мой взгляд, колоссальные затраты времени и энергии, необходимые для межзвездных галактических перелетов, и повсеместная доступность в космосе руды и прочего сырья отобьют у инопланетян желание лететь на Землю только для того, чтобы что-то у нас отобрать. Полагаю, в этом отношении мы можем быть спокойны: даже если в нашей Галактике существуют другие разумные виды, они не появятся в нашем небе в виде космической армады с целью поработить человечество и опустошить наш мир. Пожалуй, единственное, что заинтересовало бы инопланетян на Земле, — это мы сами. Я считаю, что если пришельцы действительно посещали Землю, то это были исследователи: биологи, антропологи, лингвисты, желающие изучить причудливые творения земной жизни, познакомиться с человечеством, его изобразительным искусством, музыкой, культурой, языками, философией и религиями.

Если инопланетяне все-таки решат нанести нам визит, то по крайней мере в одном отношении он будет совершенно не похож на наши представления, созданные фильмами. Законы физики налагают жесткие ограничения на передвижение в громадных межзвездных безднах. (Во всяком случае, законы физики в нашем нынешнем понимании. Кто знает, возможно, через сотню лет мы сможем построить настоящий гиперпространственный корабль или научимся проделывать стабильные «кротовые норы» в ткани пространства-времени!) Чтобы перелет в соседнюю звездную систему не растянулся на тысячелетия, нужно разогнать космический корабль до скорости, приближающейся к скорости света. Чем большей массе необходимо придать ускорение, тем больше требуется энергии. Так что у вас будут все основания сделать свой корабль предельно маленьким и легким.

Разумные формы жизни, похожие на людей, весьма массивны, что особенно существенно, когда нужно отправить в космос целую команду вместе со всеми необходимыми для выживания в полете системами жизнеобеспечения и регенерации. Гораздо более правдоподобным представляется альтернативное решение, о котором говорит и Мартин Рис в своей главе. Вряд ли нам стоит ожидать, что инопланетяне решатся на все неудобства, связанные с физическим перемещением через пропасти межзвездного пространства в дальние миры. Гораздо проще отправить в путь «заместителя» — не мягкий, тяжелый и уязвимый биологический организм *внутри* сложной технологии жизнеобеспечения, а *непосредственно* твердую, надежную, выносливую технологическую систему. Когда мы станем лучше понимать, как работает человеческий мозг (как формируются нейронные сети и протекают другие взаимодействия, обеспечивающие мышление и сознание), то сможем не только в совершенстве его воспроизвести в «железе», создав ИИ, но в перспективе и загрузить в компьютер сознание живого человека.



В капсуле, нашпигованной миниатюрной электроникой и системами самовосстановления, вы станете не просто фактически бессмертным, но и чрезвычайно компактным и легким и несравненно более приспособленным к межзвездным перелетам. В этом смысле, вероятно, большая часть жизни в нашей Галактике является не органической (на углеродной основе), а кремниевой. Я имею в виду не кремниевых монстров, обитающих внутри вулканов в «Секретных материалах» и «Звездном пути», а оборудование, поддерживающее сложные интеллектуальные компьютерные программы. Кремниевая жизнь — это жизнь второго порядка, существующая лишь потому, что была разработана и создана органическим видом-предшественником, возникшим в ходе естественной эволюции в обитаемом мире.

Как мне кажется, если где-то в нашей Галактике есть разумная жизнь, ее представители почти наверняка не почтят нас личным визитом в гигантских космических кораблях. Они отправят к нам посланников — роботов. Но для этого им, прежде всего, нужно узнать, что мы вообще существуем. Человечество излучает (или осознанно передает) в космос радиоволны примерно столетие, так что инопланетная цивилизация, осуществляющая собственную программу SETI с участием радиотелескопов, теоретически может нас заметить. Однако сфера вокруг Земли, в пределах которой возможно зарегистрировать радиосигналы, свидетельствующие о нашем технологическом статусе, на данный момент имеет диаметр всего лишь около 200 св. лет. Это исчезающе малый участок пространства в масштабах Галактики, диск которой достигает в поперечнике 100 000 св. лет, и если где-то в ней действительно живут другие разумные виды, они, вероятно, до сих пор не подозревают о нашем существовании. Впрочем, хотя обнаруживаемая из космоса техническая цивилизация человечества существует какие-то 100 лет, сама Земля многие сотни миллионов лет демонстрирует бесспорные признаки наличия жизни. И это

выводит нас к одной из самых животрепещущих проблем современной астробиологии.

Жизнь на Земле, прежде всего жизнь на основе фотосинтеза, — в форме растений и цианобактерий, которые растут благодаря энергии солнца и разложению воды, — выделяет в качестве побочного продукта жизнедеятельности кислород в таких количествах, что он стал одним из основных газов в атмосфере. Некогда содержащийся в ней в количестве нескольких процентов, ныне кислород составляет ее пятую часть. Кислород чрезвычайно химически активен, и единственная причина, по которой он способен накапливаться в атмосфере, — это постоянный процесс его восполнения формами биологической жизни. Наличие кислорода в атмосфере считается настолько необычной особенностью геохимии планеты, что астробиологи считают его признаком жизни (особенно при наличии вместе с кислородом восстановленного газа, например метана). Мы вот-вот построим на орбите телескопы, которые с помощью спектроскопии смогут анализировать состав атмосферы землеподобных экзопланет, сканируя небо в поисках признаков жизни. В масштабах Галактики мы, можно сказать, новички. В истории Галактики данный момент ничем особенным не выделяется, и эволюция жизни на других планетах вполне могла уже миллионы лет назад создать разумных существ, с помощью собственных телескопов ведущих поиск планет с такой красноречивой особенностью, как насыщенная кислородом атмосфера. Тем не менее на сегодняшний день (неприменно прочтите главу Криса Френча о психологии контактеров с НЛО!) то обстоятельство, что Земля буквально кишит биологической жизнью, никого в космосе не подвигло поприетствовать нас.



На мой взгляд, это любопытнейшее наблюдение имеет два равновероятных следствия. Первое: богатая кислородом атмосфера Земли никого не заинтересовала просто потому, что жизнь встречается исключительно редко, и в нашей



Галактике нет цивилизации, внимание которой мы могли бы привлечь. Второе: планеты с кислородной атмосферой могут быть настолько обыденным явлением, что Земля буквально теряется на общем фоне. В первом случае мы единственные и одинокие разумные существа во всей Галактике. Во втором — жизнь для космоса не что иное, как норма. Мне оба варианта кажутся одинаково потрясающими. А самое замечательное — то, что мы с вами застанем ввод в действие космических телескопов, изучающих атмосферу экзопланет, и астробиология сможет выбрать из двух вариантов ответа правильный.

Сейчас самое время быть разумным видом земной жизни!

# Летающие тарелки, контактеры и теории заговора

Даллас Кэмпбелл

Представьте, что вы вышли погулять с собакой. День приближается к концу, начинает темнеть. Вы видите в небе нечто светящееся. Двигается ли оно? Вроде бы да. Вы пытаетесь понять, что же это может быть, и начинаете с самого правдоподобного предположения. Огни приземляющегося самолета? Венера? Солнечный отблеск на воздушном шаре? Ближущая поверхность спутника связи? А может, это всего-навсего мушки у вас перед глазами? Неподалеку расположена военная база. Возможно, это какой-то диковинный летательный аппарат или один из дронов, о которых в последнее время столько пишут. Неожиданно объект снижается над вами. Ну конечно! Это, должно быть, корабль-разведчик из системы Дзета созвездия Сетка, которым управляют трое «Серых» — пришельцев-телепатов, с молчаливого согласия тайного правительства США — группы «Маджестик-12». Через считанные секунды вас похитят, а дальше — паралич, потеря сознания и выпадение времени. Вы и не вспомните об этом событии, пока не пройдете гипнотическую регрессию, но обнаружите крошечный металлический имплант сзади на шее. Это означает, что теперь вы



один из них. Ваша собака восторженно лает — ей тоже нравится этот сценарий!

Конечно, я слегка преувеличиваю. Но лишь слегка. Такова сила человеческого ума, и туго придется уфологу, который возьмется распутывать гордиев узел фактов, выдумок, заблуждений и ошибок восприятия, из которых складываются тысячи рассказов о встречах с НЛО по всему свету. Вне зависимости от того, верите вы в НЛО, относитесь к ним скептически или хотите верить, субкультурой уфологов легко увлечься, благо их главный аргумент — наши космические соседи однажды решат нас навестить — звучит правдоподобно. В конце концов, тема встречи двух цивилизаций красной нитью проходит через всю историю человечества, а космос, как известно, достаточно велик, чтобы в нем могли обитать и другие разумные существа. Конечно, педанты настаивают на том, что «Н» в аббревиатуре НЛО обозначает «неопознанный», а вовсе не «инопланетный», но для всех остальных понятие НЛО неразрывно связано с гипотезой о внеземных цивилизациях, согласно которой неопознанные летающие объекты — корабли пришельцев. Все сверхъестественные объяснения действуют одинаково: необязательно верить истории о приведении, рассказанной темной зимней ночью в ветхом старом доме, чтобы почувствовать смутную тревогу.

В книге «Летающие тарелки — это реальность» (The Flying Saucers Are Real) американский журналист Дональд Кихо проанализировал одержимость НЛО в конце 1940-х гг. XX в. и пришел к убеждению, что Землю действительно посещали и исследовали инопланетные цивилизации. Впрочем, уфология — наука, изучающая подобные феномены, — олицетворение «не очень точной науки». Ее идеи подпитываются недоказуемостью и легчайшей тенью вероятности в густом замесе с паранойей, что, собственно, и делает их столь привлекательными. Отрицание со стороны властей и аргументы скептиков лишь убеждают адептов в том, что от людей скрывают правду. Как заметил писатель Джо-

натан Свифт, «разум никогда не заставит человека пересмотреть ошибочное мнение, которое он бы по здравом размышлении ни в коем случае не усвоил»\*.

Возможно, НЛО еще попросту не долетели до Земли, но в нашем воображении они побывали везде, вплоть до лужайки Белого дома в фильме «Марс атакует!», а их пилоты приобрели хрестоматийный облик героя Розуэлльского инцидента — «Серого» — инопланетянина с огромными миндалевидными глазами. Ныне он настолько популярен, что получил собственный эмодзи 🙄. Итак, какие события породили все эти представления?

Давайте вспомним четыре нашумевшие истории об НЛО, перенесшие летающие тарелки из маргинальной субкультуры в современный мейнстрим. Я не стану предлагать возможные объяснения этих событий и рассуждать, истинны ли они, а просто перескажу их в общих чертах и первоизданном виде. В конце концов, истина может быть где-то рядом, но действительно ли мы хотим ее найти? Нам интересна сама загадка. В общем, каких бы взглядов вы ни придерживались, забудьте о них на какое-то время. К науке вы сможете вернуться в любой момент. Перед вами краткий путеводитель по реальным историям, которые изменили мир.

## Случай с Кеннетом Арнольдом

*«Сверхзвуковые летающие тарелки, замеченные пилотом из Айдахо...»\*\**

Представьте себе летающую тарелку. Этот образ родился прекрасным ясным днем, во вторник 24 июня 1947 г., за минуту до трех часов пополудни. Бизнесмен и пилот-любитель Кеннет Арнольд летел на легком самолете CallAir из Чехалиса, штат Вашингтон, в Якиму через Национальный парк Маунт-

\* Из «Письма молодому священнику» (1720). — Прим. авт.

\*\* *Chicago Sun* от 26 июня. Источник: Wikipedia. — Прим. авт.



Рейнир. Расстояние составляло чуть больше 160 км. В полете он отклонился от курса, чтобы поискать обломки транспортного самолета С-46, который упал в Муант-Рейнир, — нашедшему предлагалось \$5000. Арнольд не смог обнаружить никаких следов крушения, но вдруг увидел то, что повлияло на всю его оставшуюся жизнь: череду вспышек на корпусе своего самолета, ярких, словно зеркальные блики. Единственным летательным аппаратом в его поле зрения был DC-4 приблизительно в 25 км позади. Вскоре Арнольд нашел источник вспышек — «девять выстроившихся в цепочку диковинных летающих объектов». Отбросив мысль о гусином клине, он предположил, что перед ним какие-то реактивные самолеты, но идентифицировать их не смог, отчего пришел в еще большее замешательство. В докладе разведывательному отделу армейской авиации он описал наблюдаемую картину как «вытянувшуюся цепью» гусиную стаю. Он прикинул размер объектов, сравнив их с DC-4, и, воспользовавшись ручным дальномером, определил скорость, заметив время, за которое они преодолели расстояние между горами Рейнир и Адамс. Вышло почти 2000 км/ч — неслыханный по тем временам результат.

Арнольд приземлился в Якиме, где рассказал приятелю о своих странных наблюдениях, прежде чем отправиться в Пендлтон. Там он обсудил происшествие с другими пилотами, предложившими несколько возможных объяснений. Управляемый снаряд? Экспериментальный летательный аппарат?

СМИ тут же ухватились за эту историю. 26 июня в газете *East Oregonian* были приведены слова Арнольда, пытавшегося различными способами описать наблюдаемые объекты: «плоские, как форма для пирога», «нечто вроде летучей мыши», «как хвост воздушного змея» и — самые известные варианты — «летающие диски» и «как бы блюдца»\*. Вопрос о том,

---

\* *East Oregonian* от 26 июня 1947 г., интервью с Кеннетом Арнольдом. Источник: Project1947.com — Прим. авт.

откуда взялись слова «летающая тарелка», сам по себе стал источником разногласий, и Арнольд попытался прояснить его три года спустя в радиопрограмме Эдварда Р. Мэроу:

Эти объекты, я бы сказал, подпрыгивали вверх-вниз, как лодки при очень сильном волнении или как будто попали в турбулентность. Когда я описывал их полет, то сказал, что они летели, как брошенное по воде блюдце. Большинство газет неправильно поняли мои слова и исказили их. Написали, будто я назвал эти объекты похожими на блюдца, на самом же деле я сказал, что они летели подобно блюдцам\*.

Перевернутые или нет, слова о блюдцах породили популярный образ летающей тарелки. Интересно, что в первых интервью Арнольд ни словом не упоминает о внеземной теории происхождения НЛО. Тем не менее в разговоре с Мэроу он говорит:

Я в общем-то помалкивал о том, что думал. Но как истинный американец я считаю: если это сделали не наши ученые или военные, значит, эта штука, скорее всего, внеземного происхождения.

## Розуэлльский инцидент

*«Армейская авиация сбивает летающую тарелку над фермой в окрестностях Розуэлла»\*\*.*

Всю многомиллионную индустрию, эксплуатирующую тему пришельцев, породил заголовок в газете за июль 1947 г. Чтобы в полной мере осознать случившееся в тот день

---

\* Источник: <http://www.theufochronicles.com/2013/04/edward-r-murrow-interviews-kenneth.html> и <http://www.project1947.com/fig/kamurrow.htm> — Прим. авт.

\*\* *Roswell Daily Record* от 9 июля 1947 г. Источник: Wikipedia. — Прим. авт.



и последующее развитие событий, необходимо тщательно отобрать информацию из бесчисленного количества статей, книг, документальных фильмов и примерно половины интернет-контента (именно столько, кажется, посвящено этой теме). Итак, фермер Уильям Мак Брейзел обнаружил обломки неизвестного происхождения, разбросанные по полю к северо-западу от Розуэлла, небольшого городка в штате Нью-Мексико. Фермер решил, что это остатки тех самых «летающих дисков», о которых писали газеты (нашумевшая история с Кеннетом Арнольдом произошла всего несколько недель назад), и сообщил шерифу. Тот в свою очередь передал информацию военным — под Розуэллом базировалась 509-я бомбардировочная тактическая группа воздушных сил сухопутных войск. Эвакуацию обломков возглавил майор Джесси А. Марсел. Статьи о «захвате летающей тарелки» вызвали большую шумиху, но вскоре газетчикам пришлось напечатать опровержение. Загадочные обломки были вывезены на аэродром армейской авиации в Форт-Уорте. Тогда была сделана знаменитая фотография: Марсел, сидя на корточках, держит фрагменты обломков НЛО (по ныне действующей официальной версии — радиолокационных отражателей и антенн метеозондов). Такова более-менее общепринятая версия. Но нет ли здесь подтасовки? Не является ли опровержение попыткой правительства скрыть правду? Возможно, на фермерское поле перевезли остатки тарелки, разбившейся в другом месте? В конце 1970-х гг. дотлевающие угольки этой истории вновь были раздуты и разгорелись в настоящий конспирологический пожар, к 1990-м гг. подхваченный множеством уфологов, включая знаменитого Стэнтона Фридмана, автора книги «Совершенно секретно/Маджестик» (Top Secret/Majic) и участника сериалов «Тайные исследования» и «Теории заговоров».

За Розуэлл мы должны благодарить одержимых изыскателей, подобных Фридману. История, начавшаяся с обрыв-

ков фольги, кусков пробкового дерева, скотча и стоек, разбросанных по полю, а также энтузиазма младшего редактора провинциальной газеты, со временем обросла рассказами о таинственных предметах из материалов с невероятными свойствами и с надписями на внеземных языках, спорами о количестве упавших тарелок, конспирологией, слухами об обнаружении тел пришельцев и их вскрытии, заснятом на пленку, документами тайной комиссии «Маджестик-12»\* и фильмом с участием английских телеведущих Энта и Дека. В 1997 г. Военно-воздушные силы США, устав от шумихи, опубликовали «Отчет о Розуэлле: дело закрыто» (Roswell Report: Case Closed), где сослались на шпионскую программу «Проект “Могул”» с использованием воздушных шаров.

Сегодня Розуэлл, в значительной степени превратившийся из сенсации в пародию, тем не менее является важной частью американской культуры и ярким символом недоверия к правительству. В 2016 г. Хиллари Клинтон даже выдвинула в качестве одного из предвыборных обещаний расследование связи американских властей с НЛО\*\*, очевидно рассчитывая заработать на этой жгучей теме немало голосов. Билл Клинтон и Барак Обама в ток-шоу *Jimmy Kimmel Live!* шутили о своей причастности к теме пришельцев, причем Клинтон подтвердил, что распорядился пересмотреть документы по Розуэльскому делу во время своего второго президентского срока. Киммел тогда задал Клинтону вопрос о Розуэлле и Зоне 51 (об этом дальше): «Если бы вы знали, что на Земле бывали пришельцы, рассказали ли бы вы нам об этом?» «Да... сказал бы», — ответил Билл под восторжен-

---

\* «Маджестик-12» — по мнению конспирологов, секретная правительственная группа политиков и ученых, занимающаяся вопросами, связанными с НЛО. Стэнтон Фридман в книге «Совершенно секретно/Маджестик» утверждает, что раскрыл секреты этой организации. — *Прим. авт.*

\*\* Источник: [http://www.huffingtonpost.com/entry/hillary-clinton-vows-to-investigate-ufos\\_us\\_5687073ce4b014efe0da95db](http://www.huffingtonpost.com/entry/hillary-clinton-vows-to-investigate-ufos_us_5687073ce4b014efe0da95db). — *Прим. авт.*



ные аплодисменты. Но в тот момент он и не мог ответить иначе\*. В общем, дело о Розуэлле никогда не будет закрыто.

## Зона 51

*«И зона 51, и внеземная жизнь существуют, утверждает глава НАСА»\*\*.*

Существуют — но в разных местах. Добро пожаловать на известнейшую сверхсекретную военную базу мира! Зона 51, хранилище самых жгучих секретов правительства, — это скорее коллективный миф, чем точка на карте. За последние 25 лет она стала, как и Розуэлл, символом массового помешательства на пришельцах. Прочно укоренившись в поп-культуре, она послужила местом действия бесчисленных телешоу и научно-фантастических фильмов, таких как «День независимости» (Independence Day). Кроме того, это еще и «официальное» хранилище Ковчега Завета\*\*\*. Десятилетиями американские военные вообще отрицали ее существование, а сегодня можно совершить виртуальный тур, просто зайдя в Google Earth. База расположена на берегу сухого озера Грум-Лейк в пустыне Невада посреди обширных правительственных земель с ограниченным доступом. Она скрыта от любопытных глаз за цепью холмов в долине с забавным названием Тикабу. Несмотря на свой мифологический статус, база до сих пор остается строго охраняемым объектом. Зона 51 была построена как удаленное подразделение военно-воздушной базы Эдвардс и предназначалась для испытания секретных самолетов SR-71, U2 и F117 во времена холодной войны. Прилежащие территории получили известность в 1980-е гг., став популярным местом «наблюдения»

\* Теперь Билл Клинтон шутит по этому поводу: <https://www.youtube.com/watch?v=gZqLIHRepSo> — Прим. авт.

\*\* Сара Кнептон, *Daily Telegraph*, 19 июня 2015 г. — Прим. авт.

\*\*\* См. неудачный фильм «Индиана Джонс и Королевство хрустального черепа». — Прим. авт.

ния за НЛО» по причинам, о которых нетрудно догадаться. Там, на одной из самых безлюдных дорог Америки, «внеземном» шоссе-375, бесконтрольно плодились, подпитывая друг друга, рассказы, слухи и теории заговоров.

Любопытен список персонажей, прославивших Зону 51 в начале 1990-х гг. Среди них выделяется Боб Лазар, который в 1989 г. давал интервью репортеру телевидения Лас-Вегаса Джорджу Наппу под псевдонимом Дэннис, а позже дал его повторно, но уже под своим настоящим именем\*. Лазар утверждал, что несколько месяцев проработал «главным научным сотрудником в области физики» на S-4, еще более секретном объекте этой засекреченной базы, расположенном на сухом озере Папуз и оснащенный замаскированными ангарными воротами, встроенными в горный склон в традициях историй о Бонде. Допущенный к сверхсекретным материалам проекта «Маджестик», он занимался инженерной реконструкцией летающих тарелок с целью разобраться в принципах их работы. Его узкой специализацией были двигатели, работающие на унунпентии («115-м элементе» Периодической таблицы), — фактически двигатели на антивеществе. Девять тарелок, которые видел Лазар, по его словам, сделаны из отшлифованного алюминия, и в них отсутствуют сварные швы и места соединения деталей, как если бы они были литыми. Помимо этого он наблюдал за тестовым испытанием одной из тарелок, проводившимся над котловиной озера. Несмотря на то что Лазар никогда не видел самих пришельцев, он якобы изучал фотографии вскрытия пришельца, хранящиеся в отчетах.

Должность и образование Лазара всегда вызывали большие сомнения. Не было найдено никаких записей, подтверждающих получение им престижного образования. Сам он заявляет, что это, наряду с неоднократными угро-

\* Первое интервью Боба Лазара: <https://www.youtube.com/watch?v=1i4FuL7cNM> — Прим. авт.



зами расправы, как раз и доказывает стремление властей уничтожить любые сведения о его личности.

## Рэндлшемский инцидент

*«В Суффолке приземлился НЛО. Это официальная информация!»\**

Эти события, прозванные «британским Розуэллом», происходили на протяжении несколько ночей в графстве Суффолк на авиабазах Вудбридж и Бентуотер, в ту пору использовавшихся американскими ВВС. В этой истории присутствуют все классические составляющие: военный объект, множество надежных свидетелей, попытки замалчивания событий со стороны «людей в черном», показания под присягой и допросы с «сывороткой правды». Но действительно ли это был визит пришельцев, заинтересовавшихся ядерным объектом землян? Или всего лишь огни маяка Орфорд-Несс, расположенного неподалеку? Репортажи, заявления и интервью остались в прошлом, история же в общих чертах выглядит так. В предрассветные часы 26 декабря 1980 г. американцы отправили в Рэндлшемский лес патруль во главе с Джимом Пеннистоном, чтобы выяснить природу загадочных огней — предположительно, от упавшего самолета. Но Пеннистон заметил нечто странное: отсутствовал запах гари, а по радиосвязи пошел закодированный сигнал. В лесу военные увидели яркое белое свечение, перемещающееся среди деревьев и сопровождающееся меньшими по размеру синими огнями и красными проблесками. В последующих интервью Пеннистон говорит о треугольном механическом объекте со сторонами около 2 м и 2,5 м, двигавшемся совершенно беззвучно и не имевшем признаков двигателей и кабины экипажа. Внешне он описывает его как «черный, гладкий, стеклообразный». На одной из сторон он заме-

---

\* *News of the World* от 2 октября 1983 г. Источник: <http://www.ianridpath.com/ufo/headline.htm> — Прим. авт.

тил знаки, не относящиеся ни к одному из известных языков и представляющие собой фигуры или символы (предположительно, похожие на надписи на обломках, найденных в Розуэлле). В 2:45 утра объект, по-прежнему не издавая никаких звуков, начал парить в нескольких метрах от земли, после чего устремился вверх. Позже на земле были обнаружены вмятины.

Две ночи спустя заместитель командира авиабазы полковник Чарльз Холт и еще несколько военнослужащих покидают базу, чтобы проследить за возможным возвращением объекта. Холт берет с собой диктофон, куда наговаривает отчет обо всем происходящем, а также видеокамеры и счетчик Гейгера. Кажется, НЛО возвращается: сквозь деревья виднеется красное свечение, устремляющееся в сторону фермерского поля. По словам очевидцев, они наблюдают нечто, похожее на расплавленный металл, разливающийся из объекта. Свечение распадается на меньшие по размерам белые объекты, которые затем уносятся прочь на огромной скорости.

Холт в подробностях описывает историю в «Меморандуме Холта», официальной докладной записке для министерства обороны, но впоследствии отрекается от собственного текста как подправленной версии событий. Остальные очевидцы также представляют отчеты, причем с годами их воспоминания расцветают новыми деталями и красками. Полицейский-охранник Ларри Уоррен заявляет, что наблюдал за повторным полетом с другой точки обзора, и интерпретирует странное свечение как некий самолет, в котором даже разглядел «существо». Очевидцы утверждают, что подвергались допросу и таинственные личности в черных костюмах из специального бюро расследований убедили их подписать официальные документы. Вот они, пресловутые «люди в черном» — правительственные агенты, чья работа заключается в том, чтобы заставить свидетелей НЛО молчать! Пеннистон в ходе гипнотической регрессии наста-



ивает, что эти люди вкололи ему «сыворотку правды» — пентотал натрия.

Хотя огни маяка и по сей день — основное объяснение произошедшего, история не умерла и продолжает будоражить умы. Не в последнюю очередь из-за того, что многие свидетели еще живы (в отличие от Розуэллского инцидента), а авторы ежегодного сборника *Fortean Studies*, в том числе Иан Ридпат и Дженни Рендлз, продолжают рассуждать о событиях в Рэндлшемском лесу\*.

## Дело о похищении Бетти и Барни Хиллов

*«Инопланетная сенсация: пришельцы похитили супружескую пару?»\*\**

Это было последнее, чего можешь пожелать, если поздним вечером едешь по сельской автодороге в Нью-Гэмпшире! Бетти и Барни Хилл с собакой Дэлси возвращались домой из отпуска в Канаде. Бетти являлась социальным работником, а Барни — служащим почтового отделения, а также активистом местной организации по защите прав человека. Было 19 сентября 1961 г., около 10:30 вечера. Бетти увидела в небе беспорядочно движущийся светящийся объект, будто следующий за ними. Новая планета? Падающая звезда? Самолет? Когда они сбавили ход, чтобы приглядеться, то увидели аппарат в форме диска с сигнальными огнями. Хиллы остановили машину посреди дороги и оказались в компании вращающегося блина, парившего в 30 м впереди на высоте 15 м. Барни вышел из машины с биноклем и, как он позже утверждал, увидел группу невысоких гуманоидов в черной униформе, наблюдающих за ним сквозь окна

---

\* Большинство этих показаний пришли из различных документальных фильмов. Для детального ознакомления с этой историей я рекомендую сайт [www.ianridpath.com](http://www.ianridpath.com), в котором вы найдете много здоровой информации. — *Прим. авт.*

\*\* *Boston Traveller*, 25 октября 1965 г. Источник: Wikipedia. — *Прим. авт.*

по периметру судна. Он в ужасе побежал обратно к машине, и они с Бетти тронулись с места. Во время движения они слышали череду странных звуковых сигналов позади машины. Хиллы рассказывали, что впали в странное дремотное состояние и прибыли домой часа на два позже, чем ожидали, в 5:15 утра. Некоторые моменты путешествия и промежутки времени выпали из их памяти или припомнились как в тумане. Скажем, как они свернули с шоссе на грунтовую дорогу, а она оказалась перекрытой. Человеческие фигуры... Нечто вроде сияющей сферы... Дома Бетти обнаружила на порванном платье неизвестную розоватую пыль. Обувь Барни загадочным образом протерлась. Он чувствовал зуд в паху. На багажнике машины обнаружились странные отполированные участки, возле которых стрелка компаса вращалась по кругу.

Через несколько дней Бетти увидела несколько реалистичных сновидений, которые позволили ей восстановить последовательность событий. Барни съехал с дороги к деревьям, где их встретила группа миниатюрных человекоподобных существ, которые увели их в приземлившееся судно. В описании Бетти они были 1,5 м ростом, с огромными глазами, с тонкой щелью вместо рта и без выступающих ушей. Они говорили на ломаном английском. На борту Барни и Бетти, несмотря на протесты, разлучили и подвергли медицинским обследованиям, очевидно с целью установить различия между людьми и пришельцами-гуманоидами. Бетти рассказала, что ее привели в пустое помещение и исследовали уши, нос, горло и глаза, а также взяли образцы волос, ногтей и кожи. В пупок воткнули огромную иглу. Это вызвало у нее сильную боль, которую они немедленно сняли. Бетти завязала разговор с одним из существ, и в какой-то момент он показал ей подробную карту Галактики.

Два года спустя у Хиллов состоялся первый в жизни сеанс гипноза с доктором Бенджамином Саймоном, психиатром, специализирующимся на психологических трав-



мах военных. Другой доктор направил Барни к нему, чтобы справиться с появившейся язвой, тревожностью и стрессом. Эти сеансы раскрыли у Барни воспоминания, напоминающие сны Бетти, в том числе более детальное медицинское обследование и сильно пугавшее его ощущение телепатической связи между ним и похитителями. В ходе этих сеансов всплыла и звездная карта, приснившаяся Бетти, и впоследствии ее удалось восстановить. Когда указанные точки соединили, кто-то сумел опознать на карте двойную звезду Дзета Сетки. Полностью этот случай описан в книге Джона Г. Фуллера «Прерванное путешествие» (*Interrupted Journey*), которая привлекла широкое внимание общественности к феномену похищения людей пришельцами.

Таковы четыре истории об НЛО, которые дали начало миллионам рассказов о встречах с ними. Благодарю за внимание, все свободны! А теперь переверните страницу — и продолжайте путешествие в мир неведомого. Как говорил мой незабвенный наставник, театральная звезда в кругу участников ежегодника *Fortean* Кен Кэмпбелл: «Я не сумасшедший, я просто читал другие книги».

# Иные на Земле: что может поведать об инопланетном сознании мозг осьминога

Анил Сет

Необязательно лететь в далекий космос, чтобы повстречаться с иными. Представители другого мира на Земле — осьминоги. Несколько лет назад я провел неделю, наблюдая за дюжиной осьминогов на морской биостанции в Неаполе в качестве гостя биолога Грациано Фьорито. Подобно многим людям, которым посчастливилось познакомиться с такими удивительными созданиями, я вынес из этого опыта яркое ощущение контакта с разумом, чрезвычайно отличающимся от нашего.

При слове «пришелец» мы обычно представляем себе странное тело, необычные способности и нестандартный интеллект: какая бы ни была иная разумная жизнь, сознание инопланетянина, скорее всего, будет совершенно не похоже на наше. Позвольте представить вам осьминога, нашего собственного, земного иномирца! У него восемь цепких щупалец с присосками по всей длине, три сердца, механизм самозащиты с использованием чернил и совершенный реактивный привод. Он способен по желанию менять размер, форму, текстуру и цвет тела, а его когнитивные способности посрамят многих млекопитающих. Обыкновенный ось-



миног, *Octopus vulgaris*, имеет около полумиллиарда нейронов — примерно в шесть раз больше, чем мышь. Поразительно, что большинство этих нервных клеток находятся не в центральном мозге, а в полуавтономных конечностях, фактически являющихся почти самостоятельными животными. Вот лишь некоторые проявления разумности осьминогов. Они могут вытащить предмет — обычно это вкусный краб — из центра вложенных друг в друга плексигласовых кубиков и найти дорогу в сложном лабиринте, они используют природные объекты в качестве инструментов и даже учатся решать задачи, просто наблюдая, как это делают другие осьминоги. Даже их ДНК кажется порождением другого мира. «Это первый секвенированный геном существа, которое можно было бы назвать инопланетным», — приводит слова нейробиолога Клифтона Рэгдейла журнал *Nature*. Итак, если где-то во Вселенной существует разумная жизнь, мы не знаем, как она мыслит, но можем попытаться представить себе инопланетное сознание, заглянув во внутреннюю вселенную обычного осьминога.

## Что такое сознание

Чтобы понять, как работает сознание, для начала нужно определиться, что же это такое, что само по себе проблема, поскольку общепринятого определения не существует. Можно попросту сказать, что для осознающего себя организма *сознание* — это представление о том, что значит быть этим организмом. Кто-то заметит, что сознание (по крайней мере, у людей) есть нечто, исчезающее, когда мы погружаемся в сон без сновидений, и возвращающееся утром в момент пробуждения. Более точная формулировка такова: для организма, наделенного сознанием, существует постоянный (хотя и прерывистый) поток осознаваемых впечатлений или моментов опыта — «феноменальный мир», являющийся субъективным и частным.

Взяв за образец сознание человека, можно сделать несколько уточнений. Во-первых, провести различие между *уровнем* и *содержанием* сознания. Уровень сознания определяет степень «осознанности» организма. Его можно представить себе в виде градуированной шкалы от абсолютной неосознанности (в такое состояние переводит нас общий наркоз) вплоть до полной активной осознанности. Важно помнить, что активность и сознание не одно и то же: мы сохраняем сознание во время сна, например в фазе сновидений, и можем утрачивать его на фоне физиологического бодрствования, как при лунатизме и некоторых клинических случаях, таких как вегетативное состояние.

*Содержание* сознания — это элементы осознаваемой картины: то, что именно вы осознаете. К этому содержанию относятся (опять же в случае человеческого сознания) цвета, формы, запахи, мысли, все, что принимается на веру, эмоции и настроение, переживаемые желания и воздействия и т. д. В совокупности все составляющие содержания сознания представляют собой то, что философы называют первичными ощущениями — квалиа. Процессы возникновения квалиа из проявлений физического мира остаются самой большой метафизической загадкой в изучении сознания. Содержание сознания также можно разделить на элементы, *связанные с окружающим миром*, такие как запах свежескошенной травы, и *связанные с собственным «я»*, например зубная боль или опыт соотнесения себя со своим телом. Некоторые аспекты самосознания, скажем, ощущение своего тела или непосредственное, «от первого лица», восприятие мира, настолько непрерывны и устойчивы, что могут казаться чем-то само собой разумеющимся. Но это не более чем аспекты сознания, которые могут чрезвычайно сильно отличаться от человеческих у таких видов, как обыкновенный осьминог, поскольку его тело и способ взаимодействия с миром совершенно не похожи на наши.



## Уровень сознания: сознают ли себя осьминоги?

Самый важный вопрос: есть ли у осьминога в принципе самосознание? Чтобы ответить на него, определимся с обязательными признаками человеческого сознания, а затем проверим, имеются ли эти принципиально важные механизмы у осьминога. Сознание человека не сводится к наличию множества нейронов. В головном мозге человека в общей сложности около 90 млрд нейронов — невообразимо большое число. Удивительный факт: большинство нейронов находятся в мозжечке — «малом мозге», небольшом отделе под затылочными долями полушарий. Эта часть мозга, при всех ее важных и разнообразных функциях, как будто не является необходимой для функционирования сознания. Более того, сознание невозможно увязать ни с каким конкретным отделом головного мозга человека. При поражении определенных его участков сознание непоправимо утрачивается, но действуют они скорее как тумблеры включения/выключения, чем как «генераторы» сознательного опыта.

Согласно наилучшей на сегодняшний день научной модели, человеческое сознание определяется взаимодействием разных областей мозга друг с другом. Когда сознательная деятельность прекращается, например при общем наркозе или в фазе глубокого сна, мозг утрачивает функциональное единство. Его участки становятся все более изолированными, что приводит к общей утрате интеграции. Противоположный процесс также может привести к потере сознания. Во время эпилептического припадка общая активность головного мозга становится чрезвычайно синхронизированной под воздействием электрических разрядов, «пробивающих» кору. На сегодняшний день многочисленные эксперименты доказали, что при нормальном осознанном бодрствовании разные области мозга могут в определенной степени

заниматься каждый своим делом, участвуя в то же время в интегрированном «целом». Именно так и выглядит опыт сознания для человека: каждая осознаваемая сцена переживается как целое, но при этом состоит из множества различных элементов и отличается от любого другого осознаваемого опыта. Согласно одной популярной нейронаучной теории, осознаваемый опыт содержит большую долю «интегрированной информации».

Может ли осьминог иметь сознание в соответствии с этим признаком? Полумиллиарда нейронов в нервной системе осьминога обыкновенного вроде бы более чем достаточно, чтобы обеспечить сознание обильным содержанием. Но нервная система осьминога намного беднее быстрыми и устойчивыми связями, подобными тем, что соединяют различные зоны человеческого мозга. В организме осьминога отсутствует миелин — вещество, выступающее в роли изолирующей оболочки нервных волокон, благодаря которому возникают и функционируют устойчивые связи. Кроме того, как уже отмечалось, большинство нейронов осьминога находятся вне центрального мозга в отличие от нервной системы млекопитающих. Поэтому интеграция разных отделов мозга, являющаяся необходимым условием работы сознания человека и других млекопитающих, у осьминога должна выглядеть совершенно иначе. Из этого не следует, что у осьминога нет сознания, однако его сознание совсем не похоже на наше. Оно может быть значительно менее интегрированным в единую четко определенную сцену либо вообще представлять собой множество частичных сознаний в одном теле, как, предположительно, обстоит у людей с разрушенными хирургическим путем межполушарными связями — так называемых пациентов с рассечением мозолистого тела (когда-то практиковался такой метод лечения тяжелых форм эпилепсии).

Однозначные свидетельства наличия у осьминогов сознания получить трудно. На поведенческом уровне осьмино-



ги, как большинство других живых существ, демонстрируют циклы бодрствования и сна, а также реагируют на анестетики, например изофлуран, в той же концентрации, что и животные других видов. Что же происходит на уровне нейронных связей, мы, в сущности, не знаем. У нас слишком мало записей мозговой активности осьминогов, а те, что мы имеем, посвящены в основном единичным нейронам, участвующим в обучении и запоминании. Нужно записать нейронную активность крупных зон мозга осьминога на различных стадиях физиологической активности (а также под анестезией) и поискать в ней характерные схемы сбалансированной дифференциации и интеграции, отличающие человеческое сознание.

## Содержание сознания: что осознает осьминог?

Если осьминоги все-таки *обладают* сознанием, что они могут осознавать? Давайте и на сей раз начнем со знакомства с сознанием человека, а затем сравним его с осьминожьим.

Содержание человеческого сознания чрезвычайно разнообразно и охватывает широкий спектр составляющих — от восприятия внешнего мира органами чувств до эмоций, настроений, убеждений и мыслей, волевых актов и многого другого. Что касается чувственного восприятия, классические сенсорные способности человека — это зрение, слух, осязание, обоняние и вкус. Их дополняют менее известные, но не менее важные каналы передачи сенсорной информации, в том числе ощущение положения и движения тела в пространстве (проприорецепция и кинэстезия), чувство равновесия, ощущения боли, температуры и весь комплекс воспринимаемой информации о внутреннем состоянии тела, включая голод и жажду, характер сердечной деятельности и т. п.

Вернемся к осьминогам. Что касается органов чувств, то все осьминоги имеют хорошее зрение даже в условиях слабой освещенности — ночью или на большой глубине. Что удивительно, осьминоги могут «видеть» даже кожей — эта способность помогает им мимикрировать под окружающую обстановку с целью маскировки. Есть у осьминогов и такие классические чувства, как вкус, обоняние и осязание, а также слух, хотя и не слишком острый. Особенно много рецепторов у них на щупальцах, причем не только осязательных, поскольку многие присоски обеспечивают своему обладателю еще и вкусовые ощущения. В расшифрованном недавно геноме *Octopus bimaculoides* (калифорнийского двухпятнистого осьминога) обнаружилась серия генов, встречающихся только у осьминогов и, вероятно, отвечающих за эту удивительную способность. О менее известных органах чувств этих животных мы знаем очень мало, но есть все основания полагать, что осьминоги непосредственно и разнообразно ощущают положение и состояние своего тела. Они, бесспорно, имеют болевые рецепторы и демонстрируют ряд поведенческих реакций на боль, аналогичных реакциям позвоночных животных, в том числе оберегают поврежденную часть тела и ухаживают за ней.

Восприятие не сводится к наличию того или иного органа чувств. Когда мы воспринимаем свое окружение, например, при помощи зрения, то не строим точную картину объективной реальности, словно фотокамера. Мы воспринимаем мир с позиций того, как должны действовать в нем и по отношению к нему. К примеру, дверь воспринимается как «нечто, что можно открыть», а не просто как большой деревянный прямоугольник. Поскольку осьминоги (и инопланетяне, если таковые существуют!) имеют совершенно отличный от человеческого комплекс возможных действий, они, по всей видимости, обладают и совершенно иным восприятием, даже когда находятся в том же самом окружении и пользуются теми же органами чувств, что и мы.



Хотя прямые свидетельства наличия у осьминогов воспринимающего сознания пока не обнаружены, их поразительно гибкое поведение позволяет предположить осознанное восприятие. У людей сознание тесно связано с поведенческой гибкостью (например, когда мы решаем, съесть ли нечто неизвестное или воздержаться), тогда как многие чисто инстинктивные реакции (скажем, отдергивание руки от горячей плиты) не требуют участия сознания. Иными словами, «сознательный» осьминог не ограничивается инстинктивными реакциями на условия окружающей среды — он обрабатывает получаемую информацию и принимает решения на ее основе.

## Самосознание: что значит быть осьминогом?

Самая главная особенность человеческого сознания — это разнообразие и сложность *самосознания*. Самосознание человека — ощущение собственной личности — проявляется на разных уровнях, от базового чувства бытия и обладания телом до ощущения, что воспринимаешь мир непосредственно, «от своего лица», и осознания собственной воли. Есть и более высокоуровневые аспекты самости, связанные с непрерывностью самосознания на протяжении времени, в том числе автобиографические воспоминания определенных событий и представление о своем «я», с которым соотносится собственное имя (в моем случае — Анил). Кроме того, человеческая самость на удивление социальна. Что значит для меня *быть мной*, в определенной степени зависит от моего представления о том, как вы меня воспринимаете.

Давайте сосредоточимся лишь на одном из уровней нашего «я» — идентификации с телом. Она кажется естественной и самоочевидной, но не так все просто. Некоторые неврологические состояния грубо нарушают ощущение телесности. Например, больным соматопафренией кажется, что одна

из их конечностей принадлежит кому-то другому, а многие ампутанты продолжают чувствовать боль в утраченной конечности (фантомные боли). Изменение восприятия своего тела может наблюдаться и в менее драматических ситуациях. Можно вспомнить, например, знаменитую «иллюзию резиновой руки». Одна из рук испытуемого заслоняется от его глаз, и ему предлагается сосредоточить внимание на искусственной руке. Если одновременно прикоснуться мягкими кисточками к обеим рукам (живой и резиновой), то у большинства людей возникает странное ощущение, что резиновая рука каким-то непостижимым образом стала частью их тела. Этот опыт свидетельствует: наше переживание того, что является и что не является частью нашего тела, — это не данность, а поразительно гибкое восприятие, формируемое мозгом.

Если осьминог воспринимает свое окружение не так, как мы, то и его восприятие собственного тела должно быть странным с нашей точки зрения. Залогом этому служит его поразительная децентрализованная нервная система. Частичное делегирование нервного контроля деятельности щупалец самим щупальцам — оправданная мера, поскольку щупальца осьминога обладают чрезвычайно разнообразным репертуаром движений и намного более гибки, чем наши относительно жестко сочлененные конечности. Многие исследования показали, что его щупальца могут действовать полуавтономно и выполнять сложные хватательные движения даже после отделения от тела. Из этого следует, что у осьминога, вероятно, весьма смутное общее представление о конфигурации собственного тела, что позволяет даже говорить об ощущении того, что это значит — быть осьминожьим щупальцем!

Щупальца — частый атрибут пришельцев в научной фантастике. Гибкость щупальцев осьминога оборачивается специфической трудностью, с которой теоретически могут столкнуться и неантропоморфные инопланетяне: как добиться,



чтобы они не запутывались. У осьминогов присоски на каждом щупальце рефлекторно хватают практически любой оказавшийся рядом объект, но каким-то образом не вцепляются в другие щупальца (или в тело), хотя находятся в постоянном контакте. Эта способность отличать другие части себя от сторонних объектов может обеспечиваться тем, что центральный мозг постоянно поддерживает актуальную картину расположения всех и каждой конечности. Это и для человека весьма трудная задача, но наш мозг с ней вроде бы справляется. В случае осьминога задача значительно усложняется. Но он пошел другим путем. Недавнее открытие свидетельствует, что в коже осьминогов вырабатывается особое вещество, блокирующее атаку присосок собственных щупалец и служащее химической основой для высокоточной системы самораспознавания. Таким образом, прямо здесь, на Земле, обладание самосознанием может означать использование способов и каналов восприятия, совершенно чуждых человеческим. При попытке представить сознание инопланетянина воображение просто пасует!

Своеобразие телесного воплощения осьминожьей самости не исчерпывается полуавтономными конечностями и химической системой распознавания «свой/чужой». Тела осьминогов могут резко и радикально менять размер, форму, цвет, рисунок и текстуру. Они обладают потрясающими маскировочными способностями и совершенно сливаются с окружением, сидя в засаде и ожидая, когда приблизится вкусная добыча или отбудет восwoяси хищник. В общем, опыт обладания телом осьминога может претендовать на самый «иномирный» аспект сознания.

## **Инопланетяне на Земле и за ее пределами**

Так что же такое сознание? Уникальное явление в истории Вселенной, появившееся благодаря счастливой случайности

на маленькой планете где-то на окраине дальней галактики? Или норма, встречающаяся повсеместно, — и даже фундаментальное свойство Вселенной, как электрический заряд и масса? На сегодняшний день этого никто не знает.

Мы знаем следующее: мы, люди, обладаем сознанием, и многие биологические механизмы, необходимые для его наличия, являются общими для нас и других животных, в том числе нечеловекообразных обезьян, других млекопитающих, а возможно, и немлекопитающих видов, таких как птицы и осьминоги. Как и прочие сложные биологические способности, сознание должно служить какой-то важной цели. Нам, людям, оно дает огромное количество интегрированной информации, организованной в виде осознаваемой сцены, что позволяет «делать нужные вещи в нужное время» в комплексном и постоянно меняющемся окружении.

Если это достижение эволюции, тогда сознание есть свойство развитых форм жизни, где бы во Вселенной они ни существовали, как только преодолен определенный рубеж сложности поведения. Важно отметить, что этот рубеж не обязательно очень высок. Обладать сознанием не значит быть способным к разумному мышлению или речи. Фактически это означает воспринимать мир — и себя — особым образом, обеспечивающим выживание в окружении, полном рисков и возможностей. С этой точки зрения сознание является скорее атрибутом живых организмов, даже простых, лишь бы они обладали нервной системой, гибко воплощающей на практике инстинкт самосохранения. Вряд ли оно разовьется у сложных роботов или искусственного интеллекта, которые могут имитировать продвинутое человеческие способности — например, играть в го, — но принципиально не озабочены своим собственным существованием. Таким образом, ощущение своего *телесного воплощения* может быть одним из основополагающих ощущений сознания, и чуждые нам формы жизни, как земные, так и инопланетные, должны его иметь.



Много лет назад философ Томас Нагель задал знаменитый вопрос: «Что значит быть летучей мышью?», указав на так называемый «объяснительный разрыв» между объективными описаниями науки и субъективным представлением сознания о том, что значит быть кем-то или каким-то. Он справедливо отметил, что никакие научные объяснения сами по себе не дадут нам возможности пережить опыт обладания иным сознанием. Мы, люди, навсегда заключены, как в ловушку, во внутреннюю вселенную, заданную нашим мозгом, телом и средой обитания. Но, изучая пределы собственной осознанности и удивительные возможности других живых видов с пониманием того, что *наш* способ восприятия мира и собственного «я» не является единственным, мы можем заглянуть в пространство «альтернативных сознаний». Мы никогда не узнаем, что значит быть осьминогом, но можем почти с полной уверенностью утверждать: в сравнении с человеком это все равно что быть инопланетянином.

Что же касается настоящих инопланетян, если они существуют, то их сознание может представлять собой нечто еще более поразительное. Необычная среда обитания на дальних планетах, вероятно, приведет к формированию органов чувств совершенно иного типа. У них могут быть тела немислимых форм, возможно даже газообразные или кремниевые, наиболее подходящие именно для той среды, в которой они живут. Если же позволить воображению зайти еще дальше, оно нарисует развоплощенный интеллект или «коллективный разум», который поддерживает сознание, «размазанное» по множеству особей, так что единое «я» отсутствует. Одно можно утверждать наверняка: внутренняя вселенная сознания — будь то вашего, моего, осьминога или инопланетянина — столь же поразительна и таинственна, как любое открытие, которое ждет нас среди звезд.

# Похищенные зелеными человечками: особенности психологии контактеров

Крис Френч

Все главы этого сборника написаны признанными специалистами в своей области, многие из которых рассуждают о возможности возникновения внеземной жизни. Практически все сходятся на том, что контакт с инопланетной формой жизни стал бы одним из самых сенсационных научных открытий в истории человечества. Такая встреча оказала бы колоссальное влияние на наше представление о самих себе и своем месте во Вселенной. Неудивительно, что этот вопрос так занимает людей и порождает активную дискуссию. В то же время миллионы землян убеждены, что тут и дискутировать нечего, поскольку есть надежнейшие доказательства того, что инопланетяне не просто существуют, но уже взаимодействовали с людьми.

Из 1114 американцев, опрошенных Национальным географическим обществом в 2012 г., 36% верили в существование НЛО и лишь 17% не верили. Остальные не определились с ответом. Следует сделать оговорку: в исследовании не ставился в явной форме знак равенства между НЛО (неопознанными летающими объектами) и инопланетянами, но большинство респондентов, вероятно, считали это



само собой разумеющимся. Если экстраполировать результаты опроса на все население США, это означает, что около 80 млн американцев убеждены: большинство авторов нашего сборника попусту тратят время, *размышляя* о шансах на существование внеземной жизни. Более того, одна десятая опрошенных заявили, что лично видели НЛО.

Аналогичные результаты были получены в Британии. В ходе проведенного в 2014 г. опроса из 1500 взрослых и 500 детей 8–12 лет доля лиц, верящих в существование инопланетян, составила 51 и 64%, а в НЛО — 42 и 50% соответственно. Разграничение между верой в инопланетян и в НЛО представляется совершенно обоснованным. Более чем разумно допускать, что где-либо в космосе могла развиться разумная жизнь. Но насколько разумно убеждение, что инопланетяне уже сейчас посещают Землю, причем регулярно? Может быть, неопознанные летающие объекты, которые одни якобы видели своими глазами, а другие описывают с чужих слов, не подвергая их сомнению, имеют более прозаическое — земное — объяснение?

Американский астроном Дж. Аллен Хайнек являлся научным консультантом ВВС США в ряде проектов по проверке сообщений о наблюдении НЛО в 1940–1960-х гг. Сначала он был настроен скептически, но радикально изменил свои взгляды и заговорил о «достаточных свидетельствах» в поддержку как внеземного происхождения НЛО (инопланетные корабли), так и еще более смелой теории, согласно которой это проявления разума из «иных измерений». Он даже разработал классификацию типов контактов с НЛО, прославленную знаменитым фильмом Стивена Спилберга «Близкие контакты третьей степени» (*Close Encounters of the Third Kind*, 1977).

В этой главе я, однако, постараюсь доказать, что близкие контакты любой степени убедительно объясняются психологией. При сравнении аргументов за и против любого утверждения одним из важнейших психологических фак-

торов является так называемая предвзятость подтверждения — возможно, самое мощное когнитивное искажение, влияющее на наше мышление. Все мы склонны воспринимать имеющиеся свидетельства как подтверждение того, во что мы уже верим или хотим считать правдой. Поскольку мысль о том, что мы не одиноки во Вселенной, привлекает очень многих, не стоит удивляться, что немалое число людей довольствуются даже самыми сомнительными подтверждениями контактов инопланетян с землянами.

## Близкие контакты первой степени

Первый тип близких контактов в классификации Хайнека — визуальное наблюдение без каких-либо вещественных доказательств. С тех пор как человек впервые устремил взгляд в небо, у него то и дело находились поводы заметить там нечто непонятное, будь то предмет или явление (метеорологическое или небесное, например яркий метеор, сгорающий в атмосфере). Если понимать слова «неопознанный летающий объект» буквально — как признание, что очевидец не знает, что наблюдает, — они не погрешат против истины. Но для современного человека это словосочетание неразрывно связано с летающими тарелками.

В действительности даже защитники теории «НЛО — инопланетные корабли» признают, что большинство НЛО имеет вполне земное объяснение. Чаще всего за НЛО принимаются яркие звезды и планеты, метеоры, самолеты, наблюдаемые под непривычным углом, лазерные лучи, метеозонды и китайские фонарики. Обычно удается идентифицировать НЛО, сравнив указанное свидетелями время наблюдения объекта и его расположение в небе с возможными источниками визуальных феноменов — например, ночными рейсами ближайшего аэропорта.

Для подобных сообщений характерно, что *представления* свидетеля о том, что он видел, замещают то, что он действи-



тельно видел. Не следует забывать, что обычно мы оцениваем размер, удаленность и скорость предметов путем сравнения их с размерами каких-либо близлежащих объектов. Если мы видим нечто незнакомое в небе, то, скорее всего, подобных эталонов для сравнения поблизости не окажется. Большой объект, быстро перемещающийся вдали от нас, оставляет на сетчатке глаза точно такой же образ, что и меньший, ближний и более медленный. Тем не менее многие контактеры с уверенностью указывают величину и скорость НЛО и расстояние до него. Никто не застрахован от подобных ошибок восприятия. Имеются надежно документированные случаи, когда профессиональные пилоты сообщали о пролете объектов в нескольких сотнях метров от их борта, однако дальнейшее расследование показывало, что это были метеоры, летевшие в нескольких сотнях километров.

Многие сторонники теории существования летающих тарелок убеждены, что если скептики не в состоянии объяснить буквально каждый случай наблюдения НЛО, то должны уверовать в их теорию. Необоснованная претензия! Как некоторые преступления остаются нераскрытыми несмотря на все усилия полиции, так и отдельные НЛО так и останутся неопознанными просто из-за отсутствия надежных фактических данных. Бремя доказательства в науке всегда лежит на авторе гипотезы, а не на ее противниках.

## **Ближние контакты второй степени**

Ко второй категории контактов Хайнек отнес случаи, по которым имеются те или иные вещественные доказательства, обычно фотографии или видео, а также отметины на земле или повышение радиоактивности в местах приземления и даже данные с радаров. Я ограничусь рассмотрением фото- и видеосвидетельств, но с уверенностью утверждаю, что и все остальные «вещдоки», как правило, можно убедительно объяснить без гипотетических летающих тарелок.

Утверждение «камера не лжет» никогда не отличалось правдивостью и стало попросту ложным в эпоху фотошопа. Многие классические фотографии предполагаемых НЛО разоблачены как сознательные фальсификации, но большинство людей, заявляющих, что засняли НЛО, скорее всего, искренне в это верят. К убеждению, что вы сфотографировали инопланетный корабль, можно прийти двумя путями. Первый является очевидным продолжением самообмана, описанного в связи с близкими контактами первой степени. Человек видит в небе нечто и успевает сделать одну или несколько фотографий. Разумеется, впоследствии их можно верно идентифицировать, и дальнейшие осмысленные шаги в этом направлении приведут к пониманию обычной земной природы объекта. Однако они не предпринимаются, и фотограф остается в убеждении, что у него есть «доказательство» близкого контакта.

Второй путь — «НЛО», не наблюдавшийся в момент съемки, обнаруживается задним числом при рассматривании фотографии. Здесь проявляется два любопытных психологических феномена. Первый — так называемая *слепота невнимания* — объясняет тот факт, что мы часто не замечаем что-либо, присутствующее в поле зрения, поскольку наше внимание в этот момент сосредоточено на другом.

Существует классическая демонстрация этого эффекта. В коротком видео две команды, в белых и черных футболках, встают вперемешку и начинают перебрасывать мяч партнерам по команде. Внезапно в кадр входит человек в костюме гориллы, несколько секунд стоит среди игроков, колотя себя в грудь, и уходит. Разумеется, все зрители, которые просто смотрят видео, ничем не занимаясь, видят «гориллу». Но стоит дать им задание считать, сколько раз перебросили друг другу мяч только игроки команды «белых», то почти половина испытуемых не замечают появления нового персонажа. Этот эксперимент опровергает убеждение, что любое из ряда вон выходящее явление



обязательно привлекает внимание. Аналогично если фотограф-контактер полностью сосредоточен на главном объекте съемки, то некая странность на заднем плане останется незамеченной, пока готовую фотографию не начнут рассматривать. Тогда и обнаруживается таинственное серебристое пятно, в котором можно было опознать, скажем, аэростат уже в момент фотографирования — если бы автор снимка не был поглощен чем-то другим.

Второй психологический феномен, сказывающийся в подобных случаях, — *парейдолия*, особый тип зрительной иллюзии. Все мы склонны порой видеть в случайных линиях и формах ясно идентифицируемые объекты, например черты лица в облаках, текстурах древесины или даже кусочке сыра на бутерброде. Так и на фотографии предполагаемого НЛО совершенно обычный фоновый объект, либо движущийся слишком быстро, либо снятый в непривычном ракурсе, может предстать в неузнаваемом таинственном виде и сойти за летающую тарелку или другой тип корабля пришельцев.

Разумеется, всегда остается возможность, что некоторые фото- или видеосвидетельства действительно зафиксировали нахождение в нашей атмосфере самого настоящего инопланетного корабля — или что визит пришельцев будет заснят когда-либо в будущем. Истинный скептицизм требует сделать это допущение. Поразительно, однако, что, несмотря на нынешнее повсеместное распространение систем видеонаблюдения и высокое разрешение камер мобильных телефонов, фотодокументы контактов с НЛО в массе своей остаются такими же, какими были всегда, — размытыми и нечеткими пятнами непонятной природы на фоне ночного неба.

## Ближкие контакты третьей степени

Название знаменитого фильма Спилберга подразумевает непосредственный контакт людей с инопланетянами.

В 1952 г. Джордж Адамски объявил, что встретил в калифорнийской пустыне привлекательную инопланетянку и даже прокатился на ее космическом корабле. Он стал первым из так называемых контактеров того времени — авторов множества бестселлеров, где описывались приключения в компании дружелюбных пришельцев. Истории получались захватывающими, но не рассматривались всерьез даже тогдашними уфологами, опасавшимися, что подобный фанатизм превратит уфологию в посмешище.

Некоторое время поток контактеров, всегда готовых давать интервью (и продавать книги), не прерывался. В первые годы этого поветрия многие подтверждали свои заявления фотографиями НЛО, в массе своей оказывавшимися умышленными подделками. Возможно, через несколько лет именно из-за разоблачений рассказы о посещении летающей тарелки уступили место описаниям контактов посредством психической связи. В типичном сюжете контактер входил в транс и инопланетяне «завладевали» его сознанием, чтобы передать послания землянам.

Инопланетные участники такого рода контактов, как правило, прибывали с соседних планет. По мере развития технологии, приносившей все больше знаний о Солнечной системе, стало очевидно, что условия на таких планетах, как Марс и Венера, чрезвычайно отличаются от описываемых контактерами. Еще одно любопытное наблюдение: с ужесточением конкуренции популярных контактеров за внимание СМИ и публики они стали расцвечивать свои рассказы все большими подробностями, а дату первого контакта сдвигать все дальше в прошлое, поскольку каждый хотел считаться первым землянином, встретившим инопланетян. Можно с уверенностью сказать, что, чем бы ни руководствовались контактеры — желанием обмануть легковверных или искренним заблуждением, их притязания не имели под собой никакой реальной основы.



## Бликие контакты четвертой степени

Классификация Хайнека включала только три вышеописанные категории, однако его последователи сочли необходимым добавить четвертую. Бликие контакты четвертой степени сопряжены с похищением землян пришельцами. Об одном из самых ранних таких случаев сообщил бразильский фермер Антонио Виллас Боас, заявивший, что в 1957 г. во время вечерней работы на ферме был украден и принужден к соитию с красивой инопланетянкой, сопровождавшей процесс лающими звуками. Через несколько лет все мировые СМИ освещали, пожалуй, самый знаменитый случай — похищение Бетти и Барни Хилл, описанное в главе 3.

Предполагаемое похищение Хиллов в 1961 г. было воспринято уфологическим сообществом гораздо серьезнее, чем любой предшествующий рассказ о контакте с пришельцами. Многие регулярно стали возникать в последующих описаниях, в том числе многократные упоминания о «выпавшем времени». Зачастую эти детали всплывали в ходе сеанса гипноза, который проводился с целью «восстановления» всей полноты воспоминаний о похищении. История Хиллов легла в основу бестселлера Джона Фуллера «Прерванное путешествие» (*The Interrupted Journey*). Дальнейшей популяризации этой темы способствовали другие знаменитые книги, в том числе «Контакт» (*Communion*) Уитли Стрибера, «Пришельцы» (*Intruders*) Бадда Хопкинса (обе опубликованы в 1987 г.), и «Похищения: столкновения человека с инопланетянами» (*Abduction: Human Encounters with Aliens*) Джона Мака (1994). Последняя книга была особенно благожелательно принята уфологическим сообществом, поскольку если Страйберг был писателем, работавшим в жанре ужасов, а Хопкинс — художником, то Джон Мак — лауреатом Пулитцеровской премии и профессором психиатрии в Гарварде. Когда человек такого статуса заявляет, что описанные в его книге похищения «не галлюцина-

ции и не сны, а реальный опыт», это внушает гораздо больше доверия.

Неизвестно, сколько именно людей заявляли, что помнят о похищении инопланетянами. Вероятно, многие тысячи. Типичное описание обычно начинается с внезапного пробуждения среди ночи и парализующего ощущения чужого присутствия, затем контактер видит инопланетян, его увлекают на борт космического корабля и подвергают всевозможным медицинским процедурам, а затем возвращают в постель. Возможны варианты — например, похищение из автомобиля во время долгой монотонной поездки, экскурсия по кораблю пришельцев и даже полет на нем, послание для передачи человечеству, обычно предупреждение об опасности загрязнения окружающей среды или ядерной войны. Поостережемся утверждать, что все эти рассказы написаны под копирку, в силу их изобретательности и разнообразия деталей. Однако в их большинстве, за вычетом немногочисленных попыток явного сознательного обмана, прослеживается действие определенных психологических факторов.

Все больше данных свидетельствует, что основная масса случаев похищения инопланетянами — это ложные воспоминания, когда человек уверен, что помнит события, которые в действительности не происходили. Во-первых, групповой психологический портрет контактеров отличается особой предрасположенностью к возникновению ложных воспоминаний сравнительно с контрольной группой. У них более выражены определенные качества личности, коррелирующие с этой предрасположенностью, в том числе склонность к фантазированию и гипнабельность, а также диссоциативность (склонность к измененным состояниям сознания, таким как чувство отделения от своего тела) и полная погруженность в свою мыслительную деятельность (когда человек, например, читая фантастику, буквально «забывает себя»).



Во-вторых, прямой замер в ходе эксперимента Сюзан Клэнси и ее коллег из Гарварда показал, что и по отдельности люди, утверждающие, что помнят о похищении инопланетянами, отличаются большей склонностью к появлению ложных воспоминаний, чем участники контрольной группы. В ходе этого исследования респондентам предлагалось запоминать списки слов. В каждом списке каждое слово было тесно связано по смыслу с другим, не входившим в список. Так, могли быть включены слова «храп», «дрема», «сновидение», «одеяло», «кровать», «подушка» и «ночной кошмар», но слово «сон» отсутствовало. Однако многие участники ошибочно включали в список и слово «сон». Общее число подобных слов по всем спискам служило численным показателем предрасположенности к ложным воспоминаниям.

В-третьих, методы, призванные «восстановить» память о похищении пришельцами, например гипнотическая регрессия, ныне признаны источником ложных воспоминаний, возникающих вследствие ожиданий, веры, фантазии и фрагментов реальных воспоминаний о фильмах, книгах и т. д. Сформированные при этом воспоминания могут казаться совершенно реальными, полными живых и ярких образов и сильных эмоций. Такого рода методики продолжают использоваться, поскольку в сообществе уфологов царит убеждение, что инопланетяне способны стирать большую часть памяти о похищении из сознания своих жертв.

Следует отметить, что использование таких сомнительных методов «восстановления памяти», как гипнотическая регрессия, обычно приводит к появлению ожидаемых воспоминаний. То есть если объекты гипнотического воздействия считают, что могли стать жертвой похищения пришельцами, это и подтвердит их «восстановленная» память. Если в похищении подозреваются участники сатанинских ритуалов, «вспомнится» сатанинский ритуал. Лица, убежденные, что были в прошлой жизни Клеопатрой или Напо-

леоном, «вспомнят» свою бытность этими историческими фигурами. Во всех случаях применялись одни и те же методы, и в отсутствие каких-либо независимых доказательств у нас крайне мало причин ставить знак равенства между рассказами контактеров под гипнозом и реальными событиями.

Прежде всего стоит задаться вопросом, какой опыт может заставить людей считать, что они были похищены инопланетянами, и прибегнуть к методам восстановления памяти. Провоцирующую роль могут сыграть весьма разнообразные впечатления, в том числе наблюдение НЛО, ощущение «пропавшего времени» или обнаружение на теле повреждений неизвестного происхождения, — и все они могут иметь совершенно обыденные объяснения. Например, «выпадение времени» — это частое следствие знакомого многим водителям «дорожного гипноза», когда в продолжение длинной однообразной поездки возникает слегка измененное состояние сознания, при котором ощущение времени также искажается. Можно побиться об заклад, что любой из вас, тщательнейшим образом исследовав свое тело, найдет непонятно откуда взявшиеся следы или рубцы, которых раньше не замечал. Версия, что они были оставлены медицинским вмешательством инопланетян, представляется наименее вероятной.

Однако самый распространенный источник веры в похищение пришельцами — это однократный или повторяющийся *сонный паралич*, являющийся в своей базовой форме очень распространенным явлением. Это состояние временной обездвиженности, в норме длящееся лишь несколько секунд, порой возникает на грани между сном и бодрствованием. Ощущение довольно обескураживающее, но не более того. От 10 до 30% людей говорят, что хотя бы один раз испытывали нечто подобное. Меньшая часть, около 5%, описывает дополнительные симптомы, делающие это состояние более пугающим, и еще меньше тех, кто регулярно пере-



живает ярко выраженную форму сонного паралича. К числу дополнительных симптомов относятся очень сильное ощущение враждебного присутствия, зрительные галлюцинации (скажем, перемещающиеся по комнате огни или чудовищные фигуры), слуховые галлюцинации (голоса, шаги, звуки механизмов), осязательные галлюцинации (человеку может казаться, что его связали или тащат из постели), чувство сдавливания груди, вызывающее затрудненность дыхания, и сильный страх.

В общих чертах причины сонного паралича известны. Нормальный цикл сна состоит из двух фаз: быстрого и медленного сна. Быстрая фаза обычно сопровождается сновидениями, а мышцы тела фактически парализованы — предположительно, для того чтобы помешать спящему человеку действовать в соответствии со сновидением. Во время сонного паралича система дает сбой: можно сказать, что мозг уже проснулся, а тело еще нет. В результате иногда возникает пугающее ощущение, поскольку человек не в состоянии шевельнуться, но полностью осознает происходящее. Вдобавок на пробудившееся сознание продолжают влиять образы из сновидения. Человеку, который ничего не знает о таком явлении, как сонный паралич, может показаться, что он сходит с ума. Затем в руки ему попадает книга самозваного «эксперта» по НЛО, описывающего те же самые симптомы как признаки похищения инопланетянами. Ура, я не сумасшедший! Дальнейшее очевидно. Нужно обратиться к гипнотизеру, чтобы восстановить память о событии. Так рождается подробнейшее ложное воспоминание о похищении маленькими зелеными человечками.

## Вывод

Наука не в состоянии убедительно доказать ошибочность каждого из тысяч описаний контактов с инопланетянами. Надеюсь, однако, что мне удалось предложить всем катего-

риям «близких контактов», по Дж. Аллену Хайнеку, достаточно убедительные альтернативные объяснения на основе прекрасно изученных психологических явлений. Таким образом, я соглашусь с авторами других глав: на сегодняшний день мы не знаем, распространена ли жизнь повсюду во Вселенной или существует лишь на нашей планете. Уверен, что они сочтут этот вывод обнадеживающим. Вы же, дорогие читатели, можете быть уверены, что не потратите время даром, читая эту книгу.





# ГДЕ ИСКАТЬ ВНЕЗЕМНУЮ ЖИЗНЬ?





# Дом, милый дом: какая планета пригодна для жизни?

Крис Маккей

Планет невообразимо много. Благодаря открытиям последних 20 лет мы знаем, что в нашей галактике находится огромное число планет, многие из которых, предположительно, имеют спутники. Теоретически, немалая их часть может быть пригодной для жизни. В то же время мы очень многое узнали о соседях Земли и допускаем возможность существования жизни на нескольких объектах Солнечной системы. Теперь интерес астробиологов не ограничивается Землей и Марсом.

Открытие жизни во Вселенной имело бы для нас колоссальные последствия. Если ее формы принципиально отличаются от земных, представляя собой «второй генезис» — результат другого акта спонтанного зарождения, — перед нами откроются уникальные возможности сравнительного научного изучения другого варианта биохимии. Это также станет убедительным свидетельством того, что жизнь для Вселенной — норма. Из наличия двух самостоятельных вариантов жизни автоматически следует, что в бесконечной Вселенной число таких вариантов практически бесконечно. Здесь действует правило «ноль-один-бесконечность», соглас-



но которому количество любых объектов, если оно не равно нулю или единице, потенциально не ограничено. Писатель-фантаст Айзек Азимов первым применил это правило при описании свойств Вселенной в классическом романе «Сами боги» (The Gods Themselves)\*.

Первый шаг в поиске второй версии жизни — обнаружение пригодных для жизни планет. Критерии обитаемости первоначально основывались на условиях Земли, и главными считались наличие воды, поддерживаемой в жидком состоянии теплом солнцеподобной звезды. Но поскольку мы готовы искать жизнь в любом уголке Вселенной, тем более что открыто множество планет вне Солнечной системы, настало время тщательно обдумать требования к потенциально обитаемому миру и подобрать методы поиска таких миров и признаков жизни в них.

Наше представление о жизни неизбежно опирается на знания о биосфере Земли. Казалось бы, для начала нужно ответить на вопрос, что есть жизнь в принципе. Однако дать четкое определение этому понятию не представляется возможным. Вероятно, мы сможем его сформулировать, когда познакомимся со множеством других примеров жизни и используем их для сравнения, но базовые процессы жизнедеятельности слишком сложны, чтобы их удалось свести к компактному определению. Второй вопрос, возникающий в связи с поиском внеземной жизни, — как она зародилась. В настоящее время мы знаем только, что на Земле жизнь существует около 3,5 млрд лет, но где она возникла, как начинается (на Земле или в другом месте) и сколько времени длится этот процесс, нам не известно.

В отсутствие определения жизни и общепринятой теории ее происхождения лучшее, что мы можем сделать, — задаться вопросами, на которые мы *можем* ответить. Что нужно для жизни? Каковы предельные условия ее суще-

---

\* Роман можно найти в сборнике: Азимов А. Фантастическое путешествие. — М.: Эксмо-Пресс, 1999.

ствования? Из чего она строится? Чем занимается? Ответы на них создают основу для понимания того, какие миры пригодны для жизни и как искать признаки ее существования в них. Важнейшие требования жизни на Земле можно свести к следующему короткому списку: энергия, углерод, жидкая вода и еще несколько составляющих.

## Вода

Главное требование земных обитателей к среде — наличие жидкой воды. Именно ее присутствие или отсутствие определяет обитаемые и необитаемые места на Земле, и мы предполагаем, что это условие выполняется и в других мирах. Неудивительно, что поиск внеземной жизни в настоящее время осуществляется по принципу «следуй за водой».

Европа, один из больших спутников Юпитера, полностью покрыта льдом и лишена атмосферы. Есть, однако, убедительные свидетельства того, что под ледяным панцирем прячется покрывающий всю поверхность океан, который разогревают приливные силы, вызванные обращением Европы вокруг Юпитера. На снимках Европы, сделанных аппаратом «Галилео», были идентифицированы айсберги и растаявшие и вновь замерзшие водоемы, доказывающие наличие, по крайней мере когда-то, подповерхностного океана. Более того, магнитометр «Галилео» показал, что этот океан существует и сейчас, зафиксировав сплошной слой солоноватой жидкой воды. Полосы на поверхности Европы могут быть трещинами в ледяном панцире, через которые воды океана выходят на поверхность.

Под толстым панцирем льда океан Европы должен представлять собой мир вечной тьмы, отрезанный от внешних источников органики и предположительно лишенный кислорода. Любопытно, что на Земле есть несколько микробиотических экосистем, процветающих именно в таких условиях.



## Энергия

Жизни нужна энергия, чтобы производить биомассу и питать биохимические реакции. Земная жизнь получает энергию от солнечного света или из химических источников. Большинство земных экосистем напрямую или опосредованно питаются энергией Солнца, в том числе и подповерхностные, поскольку они в основном извлекают энергию из проникающей с поверхности планеты органической материи, сформировавшейся благодаря фотосинтезу. Сообщества микробов и животных, существующие вблизи глубоководных вулканов, иногда приводятся в качестве примера того, как могла бы возникнуть и сохраниться жизнь в подледном океане Европы. Однако источником энергии для этих вулканических экосистем служит реакция сероводорода, поступающего из жерла вулкана, с растворенным в воде кислородом, который изначально возник на поверхности планеты благодаря фотосинтезу под воздействием солнечного света.

На Земле действительно имеется три экосистемы микробов, которые не нуждаются в солнечном свете и совершенно не зависят от кислорода или органики, производимой фотосинтезом на поверхности планеты. Основой двух из этих анаэробных хемосинтезирующих экосистем являются вырабатывающие метан микроорганизмы, которые потребляют водород, образующийся при реакциях каменистой породы и воды в приповерхностном слое вулканических скал, а третьей — сероредуцирующие бактерии, подобно окислительно-восстановительным парам использующие химическую энергию радиоактивных источников глубоко под землей.

Главная проблема с жизнью на Европе — это вопрос о ее зарождении. Не имея ни законченной теории происхождения жизни, ни успешного эксперимента по синтезу живой материи в лабораторных условиях, мы вынуждены реконструировать процессы возникновения внеземной жизни

по аналогии с земными и предполагать, что эта жизнь зародилась в условиях, подобных земным. Имеется также гипотеза, что на Земле живая материя возникла возле гидротермальных источников на океанском дне. В таком случае перспективы обнаружения жизни на Европе выглядят более обнадеживающими.

## Углерод и другие химические элементы

Все живое состоит из соединений углерода, представляющих собой предмет изучения органической химии. Кроме углерода органические соединения включают ряд других элементов, однако из этого не следует, что наличие их всех является обязательным условием существования жизни в других уголках Вселенной. Кроме воды и углерода, пожалуй, главные претенденты на роль обязательных элементов — азот, сера и фосфор. В живой материи, как и во Вселенной в целом, содержится больше атомов водорода, чем атомов всех остальных элементов вместе взятых. Например, живая ткань бактерии *E. coli* состоит на 60% из водорода, на 27% из кислорода, на 11% из углерода и на 2% из азота. На другие ключевые элементы, прежде всего кальций, фосфор, серу, натрий и хлор, в совокупности приходится менее 1% атомов этой бактерии. Преобладание водорода и кислорода и их относительное количество отражают огромное значение соединения  $H_2O$  для живых систем. Четыре главных элемента жизни, H, O, C и N, относятся к числу самых распространенных в Солнечной системе и в Галактике.

Из этих элементов жизнь строит стандартные комплексы биомолекул, которые затем собирает в необходимые ей длинные биохимические полимеры: белки, нуклеиновые кислоты и полисахариды. Белки состоят из 20 аминокислот, нуклеиновые кислоты ДНК и РНК, хранящие генетическую информацию, — из пяти нуклеиновых оснований, а поли-



сахариды — из нескольких простых сахаров. Эти полимеры плюс ряд липидов (молекулы жиров и жироподобных веществ, такие как воски и стеролы) составляют материальную основу жизни. Ее программная основа — информация, хранящаяся в генах, — столь же обязательна для существования жизни и может быть прослежена вплоть до общего для всех ее форм предка.

Итак, сформулируем еще раз главный отличительный признак биохимии. Обычные в космосе элементы живая материя сгруппировала в относительно простые молекулы — мономеры, которые могут соединяться друг с другом, образуя более сложные биомолекулы. Аналогично мы лепим из повсеместно встречающейся глины кирпичи, из которых затем строим сложные архитектурные сооружения. Ныне основу поиска жизни в Солнечной системе составляет выявление именно таких биохимических комплексов, пусть даже остатков мертвых организмов, а не живых существ. Давайте оценим условия на других объектах нашей Солнечной системы с точки зрения указанных признаков пригодности для жизни.

## Каковы пределы существования жизни?

Итак, при наличии жидкости, энергии и нескольких ключевых элементов, что еще должно быть на планете, чтобы на ней могла процветать жизнь? Немногое. Главное — вода в жидкой форме, во всем прочем жизнь чрезвычайно неприхотлива, а в некоторых своих формах способна переносить высокий уровень ультрафиолетового и космического излучения. Есть и фотосинтезирующие организмы, довольствующиеся светом в тысячи раз слабее прямого солнечного света. Возможности существования жизни ограничены, прежде всего, доступностью воды. При высоких температурах полярность воды снижается и клеточные мембраны разрушаются. При низких температурах вода замерзает.

Показатели солености и pH также влияют на способность жидкой воды участвовать в процессах жизнедеятельности. При их крайних значениях жизнь становится невозможной. Вид цианобактерий, обитающий в соляных куполах чрезвычайно засушливого региона — пустыни Атакама, — выдерживает жестокий дефицит воды, присутствие окислителей и высокую соленость. Это земной рекордсмен среди форм, способных процветать в экстремальных условиях.

## Чем занимается жизнь?

Многие виды активности живых систем эффективно описываются определением эволюции по Дарвину: непрерывный цикл воспроизводства, мутации и отбора. Этим и занимается жизнь, и в этом ее отличие от сложных, открытых, но неживых систем, например ураганов, которые также рождаются, проходят стадии жизненного цикла, в течение которого самоорганизуются и потребляют энергию, а затем умирают. Они даже способны к репродукции. Почему же они не считаются живыми? Потому что не хранят информацию в генетическом материале. Благодаря этой информации возможна эволюция, следовательно, именно она определяет разницу между формами жизни и самоорганизующимися открытыми системами. Мы предполагаем, что внеземная жизнь также должна эволюционировать, даже если ее материя состоит из совершенно других молекул и даже элементов, нежели наша жизнь.

## Может ли жизнь существовать без воды?

Поиск жизни обычно строится на предпосылках, что она нуждается в жидкой среде, причем этой жидкостью обязательно должна быть вода или по крайней мере водный раствор. Но взглянем на Титан, самый большой спутник Сатурна. У него имеется мощная атмосфера, состоящая преимуще-



ственно из азота и метана с содержанием множества других органических молекул. Давление на его поверхности в 1,5 раза превышает земное давление на уровне моря, температура приближается к  $-180$  °С. При таком холоде существование жидкой воды невозможно, однако атмосферный метан может перейти в жидкое состояние. Если допустить возможность возникновения жизни на основе метана и этана, то следует пересмотреть все исходные допущения относительно ее биохимии, поскольку биохимические процессы земной жизни идеально адаптированы к условиям Земли.

Органическая материя в атмосфере Титана — потенциальный источник химической энергии для жизни, а сжиженный метан на его поверхности мог бы служить жидкой средой для жизни альтернативного типа. Сжиженный метан имеет низкую температуру и является худшим растворителем, чем вода. Чтобы выжить в таком слабом растворе, нужен способ активного поиска питательных веществ и доставки их в живую клетку. Клетки могут выглядеть как большие листы бумаги, чтобы иметь большую площадь поверхности для сбора нутриентов. Энзимы способны выступать катализаторами необходимых реакций даже при низких температурах. Если на Титане существует углеродная жизнь в жидком метане, она может быть распространена по всей его поверхности и оказывать глобальное влияние на атмосферу. Самый вероятный источник химической энергии для жизни на Титане — водород, возможно, вместе с ацетиленом. В таком случае убыль водорода в атмосфере вблизи поверхности стала бы самым доступным для наблюдения признаком жизни на Титане.

На основе имеющихся знаний о физических и химических характеристиках Титана можно предположить, что — при наличии там жизни — малое разнообразие доступных элементов ограничивает сложность жизненных форм и экосистем. Это усугубляется низкой температурой жидкой среды, сводящей ее растворяющую способность к минимуму.

С учетом этих ограничений жизнь, если она обнаружится в холодных морях на поверхности Титана, окажется простой, гетеротрофной (не способной создавать для себя питание, в отличие от земных растений), с замедленным метаболизмом и адаптацией при малой генетической и метаболической сложности. Поскольку жидкий метан и этан находятся на поверхности Титана повсюду, простые молекулы, необходимые для метаболизма, могут быть повсеместно распространены в окружающей среде и в морях этих сжиженных газов, однако получение или синтез сложных органических молекул для построения структурных или генетических систем, по-видимому, сильно затруднены. Возникающие в таких условиях сообщества будут характеризоваться экологической простотой и, возможно, напоминать экосистемы микробов, обнаруживаемые в экстремально холодных и сухих местах Земли.

Преимуществами для жизни на Титане являются дармовая пища, буквально падающая с неба в форме органики (прежде всего, ацетилена и водорода), химически неагрессивный характер неполяризованного растворителя (в отличие от воды, не разрушающего биомолекулы), отсутствие ультрафиолетового и ионизирующего излучения на поверхности и низкий уровень термодеструкции благодаря холоду. Пищевая система на Титане возможна лишь самая простая, по-видимому без первичных продуцентов и без хищников. Фотосинтез представляется недоступным при уровне сложности, достижимом в условиях ограниченного химического и, соответственно, генетического разнообразия. Впрочем, еда достается даром. Приспособленные к низким температурам простые жизненные формы и сообщества, вероятно, характеризуются крайне низкими требованиями к энергии и медленным ростом. Жизнь на Титане возможна самая примитивная, но если она обладает генетической системой, развиваясь, таким образом, строго по Дарвину, то являет собой очевидный и потрясающий пример второго генезиса.



## Экзопланеты

Список обнаруженных экзопланет и экзоспутников стремительно пополняется, и мы, очевидно, найдем много миров, напоминающих Землю, — более землеподобных, чем любой объект Солнечной системы. При изучении пригодности экзопланет для жизни можно исходить из тех же предпосылок, что и при изучении Солнечной системы. Выполнение условий существования жизни на Земле, необходимый элементный состав и средовые ограничения позволяют оценить шансы на обитаемость экзопланет и их спутников. Температура — важнейший фактор, поскольку от нее зависит наличие жидкой воды, кроме того, ее можно непосредственно измерить по данным астрономических наблюдений и климатическим моделям экзопланетарных систем. Организмы способны расти и размножаться при температурах от  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+122\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Исследование жизни в экстремально пустынных условиях показывает, что и ничтожное количество осадков, туман, снег и даже атмосферная влажность могут обеспечивать фотосинтез и поддерживать маленькое, но обнаруживаемое сообщество микробов. Жизнь способна существовать при освещенности в одну стотысячную потока солнечной энергии. Ультрафиолет и космическое излучение переносятся многими микроорганизмами даже при очень высокой интенсивности и вряд ли являются ограничивающими факторами для жизни на экзопланетах. Таким ограничителем может служить биологически доступный азот. Содержание в атмосфере экзопланет более нескольких процентов кислорода будет свидетельствовать о присутствии многоклеточных организмов, а высокий уровень кислорода в землеподобных мирах — о фотосинтезе, поддерживающем мощный растительный покров и создающем условия для существования крупных животных. Другие параметры, например уровень pH и соленость, могут колебаться в широких пределах и едва ли станут ограничителями для жизни на всей планете или спутнике.

Вскоре мы можем открыть множество землеподобных экзопланет и обнаружить на них убедительные свидетельства присутствия биогенных газов (кислорода, метана и т. д.). Однако на сегодняшний день мы не располагаем методами астробиологического изучения этой жизни. Следовательно, мы не сможем определить ее биохимический состав и ответить на вопрос, действительно ли перед нами второй генезис или эта жизнь каким-то образом связана с земной. В отличие от объектов Солнечной системы человечество сможет подвергнуть биохимическому исследованию отдаленную экзоземлю не ранее чем через множество поколений.

## Что, если мы найдем внеземную жизнь?

Подводя итоги, попробуем оценить последствия обнаружения жизни поблизости от Земли, скажем на Марсе. Если Марс окажется местом второго генезиса, будет ли это открытие сугубо научным или имеющим нравственное значение для человечества? Действующие правила планетарной защиты направлены скорее на охрану будущих научных исследований, а не внеземных организмов или экосистем. Открытие второго генезиса жизни на Марсе — даже если ее представителей можно будет разглядеть только в микроскоп — поднимет новые исключительно значимые вопросы экологической этики и заставит (во всяком случае, должно заставить) нас выработать этические принципы с учетом того, что внеземная жизнь резко отличается от земной и по уровню своего развития не перешагнула планку микроорганизмов. Надеюсь, нам хватит мудрости переключиться с отстраненного сбора научных данных в космосе на ответственные действия по защите и обеспечению многообразия жизни во Вселенной.





# Наш ближайший сосед: поиск жизни на Марсе

Моника Грейди

В любой книге об инопланетянах обязательно должна быть глава, посвященная Марсу. Судя по литературе и фильмам, мы буквально одержимы марсианами, особенно если их изображают злобными и враждебными по отношению к землянам. Но какова в действительности вероятность того, что на Марсе существует жизнь? Люди размышляют об этом не одну сотню лет. В 1877 г. астроном Джованни Скиапарелли составил карту Марса по результатам своих наблюдений с помощью телескопа, на которой отобразил «водные протоки» (*canelli*), по мнению многих свидетельствовавшие о марсианской цивилизации. Однако теперь мы знаем, что поразившие Скиапарелли объекты являлись оптической иллюзией, а не водной сетью, как он думал. Считается также, что неточный перевод итальянского слова *canelli* на английский язык словом, обозначающим именно каналы искусственного происхождения, способствовал распространению убеждения, что эту водную сеть построили марсиане. Фотографии поверхности Марса, сделанные орбитальными аппаратами и марсоходами, позволили в подробностях рассмотреть безводный пыльный ландшафт без единого признака жизни. Ни лишайников на скалах, ни пятен водорослей по склонам расщелин, ни искореженных ветром остат-



ков кустарника, цепляющегося за камни пустыни. Марс оказался бесплодным, однако мы продолжаем отправлять к нему аппараты в поисках жизни. Почему? Что заставляет нас думать, что там может находиться что-то живое? Давайте подытожим все, что нам известно об этой планете, и оценим ее биологический потенциал.

## Чем Марс отличается от Земли?

Марс — каменная планета, диаметр которой составляет около половины диаметра Земли. Он в полтора раза дальше от Солнца, чем Земля, и проходит свою орбиту почти за два земных года. Несколько необычной чертой Марса является скорость его вращения вокруг собственной оси, которая очень близка земной, вследствие чего марсианские сутки совсем ненамного превышают земные. У него очень слабая атмосфера, преимущественно из углекислого газа, давление которой составляет всего около 6 мбар (для сравнения, среднее давление воздуха на Земле — около 1000 мбар). Одним из многих преимуществ нашей атмосферы являются ее теплоизолирующие свойства, благодаря которым средняя температура земной поверхности равна примерно +15 °С. Марс лишен подобной теплозащиты, и тепло Солнца (в количестве менее половины поступающего на Землю, поскольку Марс дальше) почти полностью уходит: средняя температура на Марсе около -55 °С. Для сравнения, если Земля лишится атмосферы, ее средняя температура упадет до -18 °С.

Атмосфера защищает нас не только от холода, но и от космического и солнечного излучения. Космические лучи, представляющие собой поток частиц с высокой энергией и околосветовой скоростью, пронизывают всю Солнечную систему. После взаимодействия этих частиц с частицами земной атмосферы большинство их не попадает на поверхность нашей планеты. Аналогично около трех четвертей

губительного ультрафиолетового излучения Солнца поглощается атмосферой. Поверхность Марса, напротив, за год получает дозу радиации, намного превышающую безопасный уровень, — в 70 с лишним раз больше, чем поверхность Земли.

Как и Земля, Марс на заре своего существования имел расплавленную вследствие бомбардировки астероидами и кометами поверхность и горячее жидкое ядро, разогреваемое распадом радиоактивных изотопов. На определенной стадии Земля и Марс имели одинаковое внутреннее строение с металлическим ядром, окруженным каменной мантией и корой. Но из-за радиуса, составляющего половину земного, Марс остывал быстрее, и в настоящее время он является полностью твердым телом, тогда как Земля сохраняет расплавленное ядро. Вращение расплавленного ядра создает вокруг Земли магнитное поле, в чем мы можем убедиться всякий раз, когда ищем север с помощью компаса. Магнитное поле — еще один механизм защиты от космических лучей, а также высокоэнергичных частиц солнечного излучения, отклоняющий их поток от Земли. В отсутствие магнитного поля радиация беспрепятственно сжигала бы Землю, что и происходит на Марсе.

Как существование у Земли магнитного поля является следствием наличия активного ядра, так появление воды на ее поверхности — следствие ее мощной атмосферы. Слабость атмосферы Марса объясняет, почему эта планета такая сухая. На Земле вода на уровне моря кипит при температуре 100 °С. При подъеме в горы температура кипения воды снижается на один градус на каждые 300 м, поскольку снижается давление воздушного столба. На Марсе, где давление на поверхности не превышает 6 мбар, вода мгновенно испаряется — жидкое состояние  $H_2O$  нестабильно. Вода присутствует на Марсе в виде льда как под поверхностью, так и в полярных шапках, но реки, ручьи, озера и океаны там отсутствуют.



Последнее главное отличие Марса от Земли — отсутствие тектонического движения плит. Земля — очень активная планета благодаря тому, что в ее недрах вращается расплавленное ядро. Движение плит — обязательное условие поддержания круговоротов углерода и воды, обеспечивающее обмен летучих веществ между разными их местонахождениями. Например, листья деревьев связывают воду и углерод из атмосферы. Погибшие листья опадают и перегнивают, превращаясь в почву. За миллионы лет почвенный слой трансформируется в скальный и становится частью тектонической плиты, которая может быть утоплена другими плитами в более глубокие слои мантии, где расплавляется. Углерод и вода возвращаются в атмосферу в летучей форме во время извержений расплавленной скальной породы из жерл вулканов. Не будь этих циклов, Земля стала бы инертной и неподвижной, как Марс, лишившийся внутренней «динамо-машины».

Таким образом, Марс отличается от Земли своим внутренним строением, пренебрежимо слабой магнитосферой, отсутствием атмосферы и гидросферы, а также тектоники. Все это следствия его малого, в сравнении с Землей, размера. Почему же мы до сих пор не оставили надежды найти на нем жизнь?

## **Почему на Марсе возможна жизнь?**

В предыдущем разделе Марс предстал в мрачных тонах. Холодный, сухой, обжигаемый радиацией каменный шар — неподходящее место для процветающей экосистемы. Но Марс не всегда был таким. Вскоре после формирования эта планета могла быть идеальным местом для жизни: полноводные реки, внутренние моря и большое разнообразие возможных обитателей, согреваемых теплом пока еще жидкого ядра. Чтобы осознать катастрофическое изменение условий на ней, нужно познакомиться с эволюцией Марса после его формирования.

Порядка 4,6 млрд лет назад Солнечная система возникла из вращающегося диска газа и пыли, который на протяжении примерно 3 млн лет оформился в планеты и их спутники, существующие ныне. Земля и Марс сформировались из одного и того же вещества посредством единого механизма по соседству друг с другом и отличались только диаметром. Как уже объяснялось, именно разница в размерах предопределила разную скорость остывания двух планет, что, в свою очередь, повлияло на развитие их твердых, жидких и газовых запасов. Тем не менее в ранней истории Марса могли быть периоды, когда на нем была возможна жизнь.

Первое условие возникновения жизни — наличие необходимых ингредиентов. Ее строительными блоками являются молекулы водорода, угарного газа и аммиака ( $H_2$ ,  $CO$  и  $NH_3$ ). Эти ингредиенты имелись в изобилии, когда формировалась Вселенная, следовательно, обязательно присутствовали на возникающих планетах. Второе непереносимое требование — вода или иная жидкость, служащая средой для скопления и переноса молекул, где они могут взаимодействовать друг с другом. Собран огромный объем данных, свидетельствующих о том, что в самом начале на поверхности Марса было очень много воды. Орбитальные спутники сделали фотографии его ландшафта, на которых видны особенности рельефа, образованные реками, водными потоками, озерами, речными дельтами и внутренними морями. Космический аппарат составил карту распределения по поверхности Марса различных генераций горных пород, содержащих глинистые минералы, — осадочные отложения, оставленные слоем воды. На фотографиях, сделанных спускаемыми модулями и марсоходами, видны диагонально напластованные и расслоенные породы, обточенная водой галька и гравий. Не приходится спорить, что Марс пережил продолжительный флювиальный период и что многие миллионы лет на его поверхности неизменно была вода.



Третье обязательное условие для жизни — среда, в которой молекулы могут существовать, не разрушаясь. Такая среда характеризуется умеренным интервалом температур и низким уровнем радиации. Судя по следам, оставленным на поверхности Марса обильными водными ресурсами, когда-то в прошлом его атмосфера была достаточно мощной, чтобы вода в течение продолжительного времени находилась в жидком состоянии. При такой атмосфере на планете должно было быть теплее, а радиационный фон — ниже.

Сразу после формирования на Марсе выполнялись все условия для поддержания жизни, имелась вода, способствующая протеканию химических реакций, а также пригодная для развития и воспроизводства живых организмов среда обитания. Несмотря на отсутствие тектонической активности в форме движения плит, из постепенно охлаждающегося центра планеты поступало достаточно тепла, чтобы многие миллионы лет поддерживать вулканическую активность, участвующую в дальнейшем формировании атмосферы. Условия на Земле менялись (атмосфера обогащалась кислородом), однако всегда оставались благоприятными для жизни, о чем свидетельствуют окаменелости возрастом до 3,8 млрд лет. Таким образом, у нас есть все основания предположить, что примерно 4 млрд лет назад микробиотическая жизнь того же типа могла возникнуть и на Марсе. Постепенно, однако, ситуация на Марсе ухудшалась. Улетучивались химические вещества с низкими температурами кипения, такие как углекислый газ и вода, поскольку по мере остывания планеты снижалась активность вулканов, которые возвращали бы их в атмосферу. Но катастрофическая потеря огромной части атмосферы была обусловлена, предположительно, солнечным ветром. Частицы солнечного ветра «сдувают» атмосферу с планеты, а Марс в силу меньшего размера имеет более слабую, чем Земля, гравитацию и гораздо более уязвим для этого процесса. Примерно 3,5 млрд лет назад практически вся атмосфера Марса была утрачена,

а вместе с ней исчезли и шансы на эволюцию от микробов к крупным обитателям суши.

## Где могла зародиться жизнь на Марсе? И где она могла уцелеть?

Итак, если в начале существования Марса и Земли условия на них были сходными, нет никаких причин полагать, что на Марсе не могла возникнуть жизнь. С учетом того, что марсианский климат вплоть до периода около 3,5 млрд лет назад был гораздо мягче нынешнего, где именно на его поверхности могли расселиться микробы? Очевидный ответ — «практически везде», но не приходится сомневаться, что любая форма поверхностной жизни была обречена на вымирание с исчезновением атмосферы (и воды) и повышением уровня радиации.

Поэтому в поисках укрытий, где жизнь могла бы уцелеть, следует заглядывать как внутрь скал, так и вглубь поверхности. На Земле имеется большая группа организмов-эндолитов (буквально «внутри камней»), которая делится на три подгруппы. Хазмоэндолиты обитают в расщелинах и разломах скал и сохраняют непосредственный контакт с внешней средой. Криптоэндолиты просачиваются внутрь камня, заселяя минеральные зерна и пустоты пористых пород, где они отчасти защищены от внешнего воздействия. Эуэндолиты способны активно проникать в скалы на значительную глубину. Эндолиты не являются организмами одного типа, их объединяет лишь среда обитания. Эндолитический образ жизни способны вести организмы всех трех доменов живых организмов: одноклеточные археи и бактерии и многоклеточные эукариоты. Их виды могут существовать как самостоятельно, так и в симбиозе с другими видами. Например, в Антарктике колоссальная, но практически невидимая биомасса криптоэндолитов обжила песчаники, из которых преимущественно сложены обнаженные породы континента.



Микроорганизмы образуют тонкие (субмиллиметровые) слои на глубине нескольких миллиметров под поверхностью скал, где они защищены от стужи и ветра. Питательные вещества они добывают из скал, а также в процессе фотосинтеза. Первый слой составляют цианобактерии, второй — грибы. Нетрудно представить себе выживание подобной колонии на Марсе. Однако на данный момент исследования подповерхностных слоев марсианских скал марсоходом «Кьюриосити» не привели к открытию признаков присутствия этих живых видов.

В последние годы ученые заглянули глубже под земную поверхность и обнаружили в пещерах процветающую экосистему. Неглубокие пещеры обжили высшие виды, например летучие мыши, добывающие пищу на поверхности, и другие животные, существующие благодаря веществам, приносимым в пещеру ручьями или наводнениями. Очевидно, если в пещерах Марса кто-нибудь живет, это не пещерный человек. Еще глубже под поверхностью Земли в полостях породы обитают только микробы, выживающие благодаря тому, что большинство пещерных систем являются влажными и имеют ручьи или пруды, пригодные для колонизации. Даже в «сухих» пещерах присутствует некоторое количество воды, пусть только в порах окружающих пород. Микроорганизмы, населяющие системы пещер, используют хемосинтез — получают энергию из окислительно-восстановительных реакций молекул неорганических веществ, а не путем фотосинтеза, для которого необходим солнечный свет. Этим микроорганизмам тем не менее требуется кислород, источником которого на Земле является фотосинтез. Остальные питательные вещества они извлекают практически только из камня, а побочным продуктом жизнедеятельности многих из них служит метан. На Марсе любые обитатели пещер также могли бы существовать за счет хемосинтеза, возможно, используя вместо кислорода угарный газ в качестве окислителя на своем метаболическом пути. На фото-

графиях марсианской поверхности были идентифицированы пещеры, но на данный момент ни одна система пещер не была исследована, и мы пока не знаем, есть ли там подземные экосистемы.

## Есть ли свидетельства жизни на Марсе? Какие следы нужно искать?

До сих пор ни один космический аппарат ни на орбите, ни на поверхности Марса не обнаружил ничего, похожего на жизнь. На борту двух посадочных модулей «Викинг» из миссии 1976–1977 гг. имелось научное оборудование для поиска биологической активности, однако результаты оказались неоднозначными — отчасти потому, что образцы брались с поверхности планеты, а ультрафиолетовое излучение Солнца должно было уничтожить всякие следы органики в верхних нескольких миллиметрах марсианского грунта.

Если на поверхности органика отсутствует, что можно сказать о недрах? Марсоход «Кьюриосити» брал пробы с глубины до 7 см, однако ее, по всей видимости, недостаточно, чтобы оказаться вне зоны воздействия радиации. Тем не менее были обнаружены органические молекулы, хотя до сих пор нет полной уверенности в том, что они появились не в результате загрязнения. Альтернативный источник информации о марсианской органике — марсианские метеориты, однако в их случае тем более не исключена контаминация с Земли. Так что существование на Марсе эндемичной органики пока не подтверждено.

Какие еще признаки жизни можно искать? На Земле исследования окаменелостей позволяют проследить эволюцию растений и животных от простых микроорганизмов к многоклеточным высокоспециализированным видам. На Марсе поиск окаменелых остатков живых существ практически невозможен. Хотя марсоходы «Кьюриосити» и «Оппортьюнити» исследуют поверхность и ближайший



приповерхностный слой марсианского грунта с помощью всевозможных инструментов, в том числе микроскопов, ни один из них не имеет такого оснащения, чтобы раскалывать камни с целью обнаружения следов окаменелой микробиотической жизни. Имеется одно сообщение о находке окаменелости в камне с Марса. В 1996 г. в метеорите было обнаружено нечто, что можно было принять за окаменевшую бактерию. Атрибуция, однако, была спорной и остается спорной до сих пор, 20 лет спустя. Проблема осложняется тем, что этот метеорит, прежде чем его нашли, пролежал в Антарктиде около 13 000 лет, так что у земных микробов было сколько угодно времени, чтобы его колонизировать.

Маркером присутствия жизни считается наличие метана в атмосфере. Метан разрушается ультрафиолетовым излучением, и его присутствие предполагает, что имеется активный источник, постоянно пополняющий его запас в атмосфере. Этот источник может быть абиотическим — например, на Земле метан выделяется при выветривании силикатных пород, таких как базальты, а также при таянии вечной мерзлоты, — а может иметь и биологическую природу. На нашей планете главными поставщиками метана являются термиты и жвачные, в пищеварительном тракте которых обитают бактерии, выделяющие этот газ. Микроорганизмы из различных сред обитания — основной источник метана на Земле.

Метан в атмосфере Марса был выявлен тремя независимыми методами. Сначала его зафиксировали наземные телескопы в виде облаков или шлейфов над определенными участками поверхности. При повторном наблюдении через три года оказалось, что скопления метана исчезли, и ученые сделали вывод, что они носят сезонный характер и образуются только марсианским летом. Метан был обнаружен прибором на борту орбитального аппарата «Марс-экспресс» также в виде облачных скоплений, но уже над двумя другими регионами. К сожалению, оба комплекса наблюдений

не имеют однозначной интерпретации, что не позволяет сделать вывод о концентрации и значении метана в марсианской атмосфере. Пока однозначные свидетельства биологического происхождения этого газа отсутствуют. Если выделяющие метан бактерии и живут в подповерхностных экосистемах Марса, они вырабатывают недостаточно метана, чтобы мы смогли это зафиксировать.

## Есть ли на Марсе инопланетяне?

На этот вопрос можно ответить утвердительно, если вспомнить строгое значение слова «инопланетянин»: «происходящий с другой планеты». Да, на Марсе имеется как минимум восемь инопланетян: шестеро безмолвны и неподвижны, а двое — их зовут «Кьюриосити» и «Оппортьюнити» — продолжают исследовать окружающее пространство, то и дело останавливаясь, чтобы взять пробу грунта или сфотографировать ландшафт. Это самые настоящие инопланетяне — интеллектуальные роботы, подчиняющиеся командам удаленного оператора с другой планеты. Однако наша глава посвящена не инопланетянам на Марсе, а марсианам на Марсе. Существуют ли они? До сих пор мы не нашли никаких следов живых существ, но мы пока не заглядывали под грунт и не бурили достаточно глубоко, чтобы знать наверняка. Как говорится, вопрос все еще находится в стадии обсуждения. Возможно, на Марсе и найдутся марсиане — при условии, разумеется, что посланные нами «инопланетяне» не убили их в поисках признаков их существования.





# Следующий шаг: возможна ли жизнь на спутниках газовых гигантов?

Луиза Престон

Жидкая вода, энергия и питательные вещества — это, в нашем нынешнем понимании, классический набор обязательных условий существования жизни. Изучение разнообразных биот Земли свидетельствует: везде, где есть вода, высоки шансы найти живые организмы. Это одна из причин, почему главным направлением поиска жизни в Солнечной системе постепенно становится поиск предпосылок или прямых свидетельств наличия жидкой воды. Условия на других планетах резко отличаются в худшую сторону от — преимущественно благоприятных для жизни — земных. Однако наши надежды на успех подкрепляет открытие, что некоторые территории и акватории Земли, где в крайне суровом окружении все-таки выживают определенные виды живых организмов, по своим физическим и химическим параметрам близки к условиям как других планет, так и их спутников в Солнечной системе и за ее пределами.

Для «экстремалов» среди биологических видов существует обобщающее понятие экстремофилы, объединяющее одно-



клеточные организмы, такие как бактерии и археи, и многоклеточные, от микроскопических беспозвоночных тихоходок до пингвинов. Тихоходки, крохотные полупрозрачные существа длиной менее полумиллиметра, внешне напоминают покрытую панцирем восьминогую панду. Пережившие все пять массовых вымираний, они обнаруживаются на Земле практически повсеместно и выдерживают даже пронизанный радиацией космический вакуум. Специфическими типами экстремофилов, на которые стоит обратить внимание при поиске внеземной жизни, являются термофилы (теплолюбивые), криофилы (холодолобивые), галофилы (солелюбивые), барофилы (выдерживающие высокое давление), ацидофилы (живущие в кислотной среде, т. е. при низких показателях pH), алкалофилы (живущие при высоких показателях pH), анаэробы (живущие в отсутствии кислорода) и способные переносить высокие уровни радиации. Организмы каждой из этих групп в принципе способны вынести враждебную среду других миров Солнечной системы. Вопрос лишь в том, реализуется ли эта потенциальная возможность.

На сегодняшний день нам известен лишь один вариант организации жизни, хотя и невероятно разнообразный в своих проявлениях, и лишь один образчик мира, способного ее поддерживать. Земля идеально приспособлена для жизни. Это каменная планета с мощной защитной атмосферой, находящаяся в так называемой зоне Златовласки — пространстве в системе звезды, где выполняются условия, при которых на большей части планеты не нарушаются температурные пределы существования жидкой воды, а следовательно, и жизни. Однако жизнь, хотя и была впервые найдена на планете, с тем же успехом могла бы возникнуть и на спутнике. По ряду ключевых требований некоторые спутники планет Солнечной системы особенно перспективны в плане поиска внеземной жизни. Единственными спутниками в зоне Златовласки являются, собствен-

но, наша Луна и спутники Марса Фобос и Деймос, но на них отсутствуют атмосфера и вода в жидком состоянии, так что искать там жизнь бессмысленно. Оказалось, впрочем, что зона Златовласки не только шире, чем считалось ранее, но и не является единственной в системе звезды. Согласно современной теории таких зон может быть несколько, но они не формируют сектор пространства вокруг Солнца, а окружают планеты Солнечной системы. Поэтому искатели внеземной жизни обратили внимание на спутники некоторых планет, и им есть из чего выбирать: вокруг газовых гигантов — Юпитера и Сатурна — обращаются более 210 скованных космическим холодом естественных спутников. Правда, лишь немногие из них оказались интересными с точки зрения астробиологов, однако и это намного больше, чем могут предложить сами гигантские планеты!

Астрономические наблюдения и недавние полеты космических станций позволили установить, что многие из спутников Солнечной системы геологически активны. Из-под льда извергаются вулканы и выплескиваются потоки расплавленной лавы, бьют гейзеры размером с иные европейские страны, обнаруживаются тысячи ударных кратеров и обширные сети каналов и долин. Что самое потрясающее, на этих спутниках наблюдается множество потенциально обитаемых зон. Их покрытая ледяным панцирем поверхность едва ли пригодна для жизни, но ученых будоражит вопрос, не скрываются ли подо льдом океаны жидкой воды, существующие достаточно долго, чтобы накопить биологический потенциал. Если под слоями льда имеются слои воды и эти водные резервуары контактируют с источниками тепла, поступающего из недр (вследствие радиоактивного распада, вулканической деятельности или гидротермальной активности), то их можно считать потенциально обитаемыми. Однако при всех этих многообещающих геологических особенностях условия на ледяных спутниках все-таки намного более суровы, чем даже в самых экстремальных



уголках Земли. Поэтому астробиологам трудно подобрать на Земле адекватные сравнительные образцы или *аналоги* подобной среды обитания, а значит, и потенциальных форм жизни — они оказываются крайне малочисленными и труднодоступными. На данный момент наши знания о реальных условиях на ледяных спутниках в основном опираются на теоретические построения, а не на точные данные. Лучшим умам Земли предстоит еще немало потрудиться, чтобы найти жизнь на столь удаленных объектах. Но чем сложнее, тем интереснее!

## Газовые гиганты

Мы не можем получить образцы с Юпитера и Сатурна для поиска микроскопической жизни, но располагаем достаточно убедительными свидетельствами того, что жизнь — какой мы ее знаем — на них существовать не способна. Юпитер состоит преимущественно из водорода и гелия и практически не имеет воды, без которой жизнь невозможна. У планеты нет даже твердой поверхности, на которой формы жизни могли бы развиваться, и единственный крошечный шанс для юпитерианской жизни — микроорганизмы, парящие в верхних слоях атмосферы. Но и это слишком маловероятно: атмосфера гиганта пребывает в постоянном движении, и, даже если бы живым организмам каким-то чудом удалось научиться жить наверху, где давление ниже, со временем мощные атмосферные потоки неизбежно увлекли бы их вниз, в области, где давление в тысячи раз превышает земное, а температура превосходит 10 000 °С. Это означало бы практически мгновенную гибель. Ни одна известная нам форма земной жизни не способна существовать в среде с подобными характеристиками.

Если жизнь практически невозможна на Юпитере, то же самое справедливо и для Сатурна. Эта планета, как и ее более крупная соседка, состоит практически исключительно

но из водорода и гелия (вода в ничтожно малом количестве содержится разве что в нижнем облачном слое) и не имеет твердой опоры. Выше облаков царит холод около  $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ , и, хотя по мере снижения высоты температура увеличивается, параллельно растет и давление. К сожалению, на высотах, где становится достаточно тепло для существования жидкой воды, давление уже превышает предельно допустимое для жизни. Там еще и дуют чудовищные ветры со скоростью до  $1800\text{ км/ч}$ .

## Европа

Одним из самых интересных в плане пригодности для обитания спутников в Солнечной системе представляется Европа. На первый взгляд это крайне негостеприимное место. Хотя и сформированное из силикатных пород, как Земля и земледоподобные планеты, это небесное тело покрыто не жидкой водой, а гладким панцирем водяного льда толщиной до  $100\text{ км}$ . Поскольку орбита Европы проходит внутри магнитосферы Юпитера, ее поверхность постоянно облучается ионизирующим излучением, а температура на ней колеблется от  $-187\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-141\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что значительно холоднее нижнего предела для роста микробов. Это неудивительно, поскольку Европа находится примерно в  $780\text{ млн км}$  от Солнца (в пять с лишним раз дальше, чем Земля).

Поверхностный лед как таковой не та среда, где могут обитать ныне известные формы земной жизни. Однако ледовый панцирь, возможно, служит достаточной защитой от жесткой радиации, чтобы под ним могли уцелеть органические соединения и даже организмы, и обеспечивает более благоприятную температуру. Подобно тому как лед на поверхности пруда является теплоизолирующим слоем для прудовой воды, позволяя ей оставаться жидкой и поддерживать жизнь водных обитателей, ледовый панцирь Европы укрывает огромный океан, помогая ему оставаться достаточно



теплым, чтобы не замерзать, несмотря на огромную удаленность от Солнца. Обращаясь вокруг Юпитера, Европа испытывает деформирующие воздействия из-за мощного притяжения массивной планеты, разогревающие недра спутника, что также препятствует промерзанию воды. Если ваше представление рисует жалкий слой соленой воды под огромным массивом льда, то вы ошибаетесь: Европа не намного меньше Луны, и объем ее океана оценивается в  $3 \times 10^{18} \text{ м}^3$  — в два раза больше совокупного объема всех земных океанов. На океанском дне могут действовать потенциально активные кратеры вулканов, разогревающие воду и создающие условия для процветания бактерий, как это имеет место на Земле. Таким образом, Европа располагает двумя ключевыми элементами, считающимися обязательными для возникновения и даже продолжения жизни, — водой и тепловой энергией. Остается только найти органику.

Условия на Европе чрезвычайно сложны для жизни, но на Земле известен ряд экстремофильных организмов, в частности обитателей полярных широт, которые могли бы послужить аналогом для потенциальных форм жизни на спутнике Юпитера. Во-первых, наблюдается важное сходство между солеными озерами Земли и океаном Европы. Очень соленые, богатые сульфатами воды озера Тирес в Испании могут по составу напоминать подледный океан Европы. В этом озере были обнаружены процветающие солелюбивые организмы — галофилы. Во-вторых, на нашей планете имеются озера, остающиеся жидкими подо льдом, в том числе на глубине более 3 км под ледовым щитом Антарктики. Вода в них остается жидкой благодаря сочетанию тепла земной коры и давления льда. Озера Восток, Эллсворт, Бонни и Вида считаются близкими по условиям соленому подповерхностному океану Европы и демонстрируют способность живых организмов существовать миллионы лет подо льдом в полной изоляции. В пробах льда, взятых в районе крупнейшего известного субгляциального озе-

ра Восток в 2012 г., были обнаружены ДНК примерно 3507 организмов. На Европе могут найтись и донные обитатели. Ряд экстремофильных сообществ обжили черный, холодный, находящийся под чудовищным давлением мир океанских глубин Земли, прежде всего в окрестностях глубоководных гидротермальных источников, например Лост-Сити на Срединно-Атлантическом хребте и в Марианской впадине в Тихом океане. Эти аналоги важно изучить, несмотря на то что пока физические исследования глубоководной биосферы Европы невозможны.

## Энцелад

Шестой по величине спутник Сатурна Энцелад имеет 505 км в диаметре. Он покрыт ледовым панцирем, полуденная температура на поверхности которого составляет  $-198^{\circ}\text{C}$ . Зонд НАСА «Кассини», пролетевший мимо Энцелада в 2005 г., обнаружил заинтересовавшие астробиологов признаки геологической активности. На южном полюсе — удивительно тепло, если учесть, что там сплошной лед, — наблюдались извергающиеся из криовулканов чудовищно мощные выбросы мелкой ледяной крошки и водяного пара. На сегодняшний день было зафиксировано более сотни таких выбросов, создавших гигантский шлейф, протянувшийся в космосе на несколько тысяч километров и содержащий не только воду (по мнению ученых, из подледного океана), но и простые органические молекулы на основе углерода и летучие вещества: азот, углекислый газ и метан ( $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ) — аналогичный химический состав имеют кометы. Каждый гейзер выбрасывает струю высотой более 400 км (примерно расстояние от Лондона до Парижа), и если часть водяного пара возвращается на поверхность Энцелада в виде снега, все остальное улетает к Сатурну. Выбросы с Энцелада составляют основную массу вещества знаменитых колец планеты-гиганта.



Данные, собранные во время пролетов «Кассини», позволяют предположить, что под замерзшим ледяным внешним слоем скрывается каменное ядро, покрытое промежуточным слоем глобального водного океана. Вероятно, этот океан имеет физический контакт с каменной мантией Энцелада, следовательно, там возможно протекание всего спектра любопытнейших — полезных для жизни — химических реакций. Скорее всего, океан насыщен хлоридом натрия (обычной поваренной солью), как и земные океаны, и имеет щелочную среду с рН от 11 до 12. Причиной щелочной реакции могут быть химические взаимодействия металлических руд и воды с выделением молекулярного водорода (также служащего источником химической энергии). Химические реакции в недрах Энцелада теоретически могут давать достаточно энергии, чтобы поддерживать устойчивую биосферу. Эта масса внеземной воды имеет также высокое содержание карбонатных солей, так что ее аналогами являются скорее содовые озера, такие как Моно в Калифорнии, а не Атлантический или Тихий океаны. На земле в таких водоемах живут разнообразные экстремофильные организмы. На океанском дне Энцелада, предположительно, имеются активные гидротермальные источники, создающие условия, близкие к тем, что породили одни из первых форм жизни на Земле. Необходимые для жизни сложные вещества должны поступать из глубоких недр «сатурнианской луны», от слоя, питающего газовые выбросы. Таким образом, мы предполагаем, что органические молекулы, используемые жизнью и обязательные для нее, могут быть глубоко внутри Энцелада.

Возможная подповерхностная экосистема Энцелада отличается от многих земных тем, что тамошние формы жизни должны быть независимы от кислорода и не должны нуждаться в органике, производимой с помощью реакции фотосинтеза (процесса образования биомолекул органического вещества из углекислого газа и воды за счет энер-

гии Солнца). Молодые вулканические ландшафты Исландии представляются удачной аналогией газовых гейзеров Энцелада, а также его возможных жизненных форм. Исландия покрыта гейзерами и горячими источниками, трещинами в земной поверхности, откуда бьет эффектными фонтанами почти кипящая вода, покрывая окружающий грунт водоемами с высоким содержанием минералов и питательных веществ. Вокруг горячих источников Исландии термолюбивые и кислотолюбивые бактерии образуют пленку микроорганизмов, процветающих в горячих кислых водах. Это миниатюрная версия колоссальных выбросов Энцелада, дающая достаточно информации, чтобы понимать процессы их формирования и высоко оценивать их потенциал создания и поддержания подходящей среды обитания.

## Титан

Титан, затянутый сплошной дымкой спутник Сатурна, очень напоминает Землю — по крайней мере внешне. Плотная атмосфера этого, предположительно землеподобного, небесного тела содержит много азота, а ее мощные облака и сезонные бури оставляют на поверхности настолько большие увлажненные участки, что их видно с орбиты спутника. Солнечный свет и поток электронов из магнитосферы Сатурна разрушают азот и метан в атмосфере Титана и инициируют последовательность реакций, в результате которых образуются углеродные соединения. Плотная взвесь из твердых частиц органических веществ в атмосфере скрывает поверхность спутника от наблюдателя. Под непроницаемой завесой прячется узнаваемый ландшафт с горами, дюнами, руслами рек, озерами, береговыми линиями и морями. Одно из озер, море Кракена, в три раза больше Мичигана и Гурона из группы Великих озер Северной Америки.

На этом сходство заканчивается. Космический аппарат «Кассини» обнаружил, что мир Титана только выглядит



похожим на наш, но имеет совершенно другой химический состав. Температура на поверхности около  $-179^{\circ}\text{C}$  означает, что водоемы не могут быть заполнены водой. Скорее всего, в морях Титана плещется смесь метана и этана. Эти углеводороды (на Земле встречающиеся в газообразном состоянии) в условиях космического холода на Титане сжижаются и текут по его поверхности. Во втором по величине море Титана, Лигейе, содержится в сотни раз больше жидких углеводородов, чем во всех нефтяных и газовых месторождениях Земли, и, скорее всего, они возникли в результате совершенно иных процессов, отличных от земных. Это не единственное потрясающее внешнее сходство, оборачивающееся радикальным различием. Титан состоит не из каменных пород, а из блоков водяного льда. Вместо расплавленной лавы в его недрах содержится шуга из водяного льда в смеси с аммиаком. Твердые частицы не лежат слоем грунта на его поверхности, а висят в виде тумана в атмосфере, откуда выпадают дождем, и даже ветровые дюны Титана, вероятно, состоят не из песка, а из углеводородов.

Титан был бы самым перспективным местом для поиска внеземной жизни в Солнечной системе, обойдя Европу и Энцелад, если бы не царящий на нем холод. При такой температуре фосфолипиды — химические соединения, из которых состоят клеточные мембраны, — и воду, присутствующую во всех клетках, ждет глубокая заморозка. Следовательно, жизнь на поверхности Титана могла бы возникнуть лишь на основе совершенно иных химических соединений, чем на Земле, чтобы не зависеть от невозможной здесь жидкой воды. Несмотря на это жизнь развивалась бы в необычных местах обитания, от углеводородных морей на поверхности до больших глубин в недрах спутника и даже в глубоком подповерхностном океане из воды и аммиака, возможно существующем здесь, как и на Европе и Энцеладе, и представляющем собой потенциальную биосферу вдвое вместительней земной.

Однако в силу совершенно другого химического состава жидкостей на Титане нам остается лишь строить гипотезы о том, как могли бы выглядеть здешние формы жизни. На Земле мы находим слишком мало аналогий с этим миром. Углеводородные озера — главная цель поиска обитаемой среды и жизни на Титане. Их самым известным земным аналогом является битумное озеро Пич-Лейк на острове Тринидад — естественный резервуар жидких углеводородов, как на Титане, только значительно меньшего размера. Здесь обнаружено уникальное сообщество микроорганизмов-экстремофилов, включающее анаэробных архей и бактерий. Естественные выходы битума в Ранчо Ла-Брея в Калифорнии и на нефтяных месторождениях Ойл-Филд на Аляске также помогают составить впечатление о возможных местообитаниях на Титане. Несмотря на множество отличий, добиотические условия Титана и наличие соответствующей органики в принципе позволяют стартовать химической эволюции, аналогичной той, что когда-то началась на Земле. Поэтому ученые смотрят на Титан с большой надеждой.

## Дальнейшие поиски

Многие ученые, ищущие внеземную жизнь, представляют себе возможные формы этой жизни совершенно не похожими на инопланетян из поп-культуры. Они не рассчитывают на встречу с маленькими серыми или зелеными человечками, но надеются обнаружить простые экстремофильные микроорганизмы, сложные органические соединения, например аминокислоты, и биологические признаки наличия жизни в прошлом. Чем больше мы знаем об экстремофилах и сложнейших условиях, в которых они способны существовать на Земле, тем выше оцениваем шансы найти жизнь на других объектах Солнечной системы, в особенности на спутниках внешних планет Солнечной системы.





# Чудовища, жертвы, друзья: инопланетяне в литературе

Иэн Стюарт

Зачем тратить на нас одних такой огромный космос?

*Карл Саган. Контакт*

«Все дальше и дальше забирался Керр... Потрескавшиеся черные скалы и черная мертвая равнина. Из-за горизонта, разгоняя мрак, показалось бледно-розовое солнце... Его большие передние лапы вздрагивали аж до самых кончиков острых, как бритва, когтей. Приподнялась и взъерошилась шерсть на загривке. Керр покрутил большой кошачьей головой, и его уши лихорадочно задрожали. Он вслушивался в каждое дуновение ветра, в каждый посторонний звук. Ничто не указывало на присутствие живых существ, служивших ему единственным пропитанием на этой опустошенной планете. Он присел на задние лапы — огромный кошачий силуэт на фоне туманного красноватого горизонта, как будто акварель, изображающая черного тигра в мире странных теней».

Несколькими предложениями Альфред ван Вогт создает инопланетный мир, инопланетное чудовище и давящее чувство опасности. Повесть «Черный разрушитель» (*The Black Destroyer*) была напечатана в журнале *Astounding Science Fiction* в июле 1939 г. и впоследствии переработана в роман



«Путешествие космической гончей» (The Voyage of the Space Beagle)\*, в котором звучит мотив дарвиновского плавания на корабле «Бигль».

Инопланетяне в литературе нужны не просто для антуража. Обычно они позволяют автору выразить основную мысль. Эта мысль может быть банальной («разумно/глупо [лишнее вычеркнуть] бояться неведомого») или неочевидной («не ждите, что незнакомцы разделяют наши убеждения и традиции»). Может иметь политический оттенок (жестокость к пришельцам оборачивается критикой человеческой склонности к колониализму или расизму) или оттенок социальный (нормальное поведение «грязных чужаков» высвечивает наше ханжество — например, для инопланетян в романе Брайана Олдисса «Градгород» (The Dark Light Years)\*\* является нормой валяться в собственных экскрементах, поскольку это жизненно необходимая смазка для их кожи). Главной идеей Ван Вогта было холистическое мышление в противоположность узколобой избирательности. Воплощением этой идеи стал придуманный им некзиализм — «всенаукология», объединяющая различные сферы познания и ускоряющая овладение ими. Единственного в экипаже корабля некзиалиста, мастерски владеющего этой новой наукой, постоянно третируют коллеги, узкие специалисты, которым его всеобъемлющая сфера знания кажется неконкретной и мозаичной. Но в конечном счете именно некзиализм помогает справиться с кошачьеобразным чудовищем.

Повесть Ван Вогта строго соответствует одной из главных тематических категорий научно-фантастической литературы о пришельцах. Это тема *первого контакта*. В этих историях внезапно встречаются люди и инопланетяне, пребывающие

---

\* Ван Вогт А. Путешествие космической гончей. — Новосибирск: ЭЯ, 1993.

\*\* Роман можно найти в сборнике Олдис Б. Сад времени. — М.: АСТ, 2003.

в блаженном неведении о существовании друг друга. Лейт-мотивом становится то, как они справляются с неожиданностью. Элемент юмора обеспечивают необычные обстоятельства контакта, изобретательно «сконструированные» инопланетяне и столкновение этих двух сюжетных элементов.

Другая популярная категория — *инопланетное вторжение*, военизированная форма первого контакта. Чаще всего они знают о нашем существовании, а мы о них не подозреваем, пока над Вашингтоном, Берлином или Токио не зависает 10-километровый космический корабль, флагман гигантского флота вторжения. Прародителем этого жанра является Герберт Уэллс со своей «Войной миров» (The War of the Worlds)\*, действие которой начинается с приземления цилиндрических марсианских кораблей под Лондоном. Облик марсиан ужасен: «Большая сероватая круглая туша, величиной, пожалуй, с медведя... она залоснилась, точно мокрый ремень... Под глазами находился рот, края которого двигались и дрожали, выпуская слюну». Марсиане пускают в ход механические боевые треножки и смертоносные тепловые лучи. Толпа беженцев устремляется из столицы к побережью. Оказывается, марсиане — всего лишь бестелесные мозги с 16 щупальцами, питающиеся свежей кровью. В конце концов землян спасает грубый просчет самих захватчиков: у них нет иммунитета к земным бактериям.

Иногда захватчиками оказываемся мы. Классическим примером этого жанра является «Звездный десант» (Starship Troopers)\*\* Роберта Хайнлайна, где войска землян обрушиваются с небес и истребляют инопланетные расы (уничтожительно именуемые «худышками» и «жуками») с крайней жестокостью, полным отсутствием сострадания и очевидным удовольствием. Книга, ставшая для Хайнлайна средством пропаганды своих крайне правых взглядов, оттол-

---

\* Уэллс Г. Война миров. — М.: Азбука-классика, 2017.

\*\* Хайнлайн Р. Звездный десант. — М.: Эксмо, 2014.



кнула и продолжает отталкивать многих читателей. Отметим, впрочем, что ирония — штука тонкая, и не вполне понятно, воспеваает ли Хайнлайн безудержный милитаризм или обнажает его неистребимую сущность. Его инопланетяне — карикатурные картонные фигурки — возможно, потому, что мы видим их исключительно в прицел десантников, которые их истребляют.

Порой вторгающиеся пришельцы оказываются добрыми, как в хрестоматийном примере — романе Артура Кларка «Конец детства» (Childhood's End)\*. Сверхправители, корабли которых неслышно скользят над крупнейшими городами Земли, принуждают человечество к миру, даже не показываясь ему на глаза. Они объявляются, только когда в нашем мире наступает Золотой век, и оказываются черными рогаатыми существами с кожистыми крыльями и шипастыми хвостами — воплощение представлений о дьяволе. Землянам они категорически заявляют: «Звезды не для человека». Мы слишком неблагонадежны, чтобы присоединиться к Сверхразуму, коллективному сознанию галактических рас. Сверхправители выводят новый вид этически безупречного человека и покидают гибнущую Землю, забрав с собой «новых» детей.

«Сложносочиненные» масштабные космические истории разворачиваются во Вселенной, кишашей разумными формами жизни, которые успели создать — зачастую хрупкий — политический строй, куда вторгается человек и по незнанию все рушит. В цикле «Сага о Возвышении» (Uplift Universe)\*\* Дэвида Брина («Прыжок в Солнце» (Sundiver), «Звездный прилив» (Startide Rising), «Война за Возвышение» (The Uplift War) плюс вторая трилогия) человечество неожиданно узнает, что еще миллиард лет назад старые расы поделили Пять Галактик, где теперь царит

---

\* Кларк А. Конец детства. — М.: Книга, 1991.

\*\* Брин Д. Сага о возвышении. — Киев: Мой друг фантастика, 2014.

разветвленная, непоколебимая вертикаль власти — фактически же «очередность клева», поскольку одна из древних рас, жесткие и фанатичные Губру, являются пернатыми. Единственная возможность для новых рас вступить в галактический клуб — это получить Возвышение от действующих членов, патронов, путем генетической модификации и других форм технологического вмешательства. За это возвышаемая раса должна служить своему патрону 100 000 лет.

В четвертой категории сюжетов все проще: *инопланетяне* — *чудовища*. Их роль состоит в том, чтобы напугать читателя и продемонстрировать негибимый дух человечества перед лицом ужасной напасти — чаще же попросту бездумно развлечь его сценами кровавых столкновений. Инопланетяне могут совмещать несколько ролей. Так, Керр нужен отчасти для «монструозности», но главным образом как повод показать превосходство нексиализма.

Инопланетяне в научной фантастике служат, прежде всего, задаче выстроить захватывающее повествование, при некоторых реверансах в адрес научной достоверности. Так и должно быть. Шекспир точно так же обходился с историческим реализмом, и ни его репутация, ни пьесы не пострадали. Некоторые авторы научно-фантастической литературы (НФЛ) создают «невидимую книгу» — тщательно проработанный и согласующийся с данными науки мир, который не описывается читателю во всех подробностях, а служит лишь фоном повествования. Хэл Клемен (Гарри Клемент Стаббс) особенно славился скрупулезной проработкой инопланетных миров и социумов. Другие авторы следуют за сюжетом, достраивая мир по мере необходимости и нередко попадая впросак.

Структура повествования требует, чтобы люди и инопланетяне *взаимодействовали*, создавая сюжет. Простой путь состоит в том, чтобы придумать существ, живущих или, по крайней мере, способных выжить в землеподобных мирах. Встречаются и более изобретательные реше-



ния. В цикле Джеймса Уайта «Космический госпиталь» (Sector General)\* действие происходит в главном госпитале 12-го сектора Галактики, включающего сотни уровней с самыми разными условиями — от экстремально жарких до ледяных, с любой силой тяжести и составом атмосферы. Все виды обозначаются кодом из четырех букв, например: люди — DBDG, дышащие хлором илленсане — PVSJ. Доктор Приликла, классификатор SRTT, является эмпатом, способным воспринимать чувства пациента.

Большинство инопланетян НФЛ укладываются в немногочисленные основные категории. Широко распространены разумные гуманоиды, зачастую отличающиеся от нас весьма тривиальными признаками, например зеленой или голубой кожей, огромными глазами, необычным ростом, чрезмерной агрессией или боязливостью. Сирианцы в юмористической «Осе» (Wasp)\*\* Эрика Фрэнка Рассела совсем как мы, только с пурпурными лицами, заостренными ушами и кривыми ногами. Это сходство необходимо для сюжета, поскольку позволяет землянину Джеймсу Маури при минимальной маскировке проникнуть в Сирианскую империю и разрушить ее изнутри. Почти столь же часто встречаются существа вроде Керра, созданные по образу земных животных, но с несколькими причудливыми добавлениями: инопланетяне, похожие на кошек, птиц, ящериц, насекомых. Кзины из цикла Ларри Нивена «Мир-Кольцо» (Ringworld)\*\*\* и других «Историй Известного Космоса» (Known Space) похожи на тигров, а их инстинктивная реакция в сложных ситуациях — «реви и бросайся». Они развиваются на протяжении цикла, и очень увлекательно наблюдать, как они стараются совладать со своей природной агрессией.

---

\* Уайт Д. Космический госпиталь. — М.: АСТ, 2001.

\*\* Рассел Э. Оса. — М.: Аватс, Полярис, 1957.

\*\*\* Нивен Л., Олдисс Б. Мир-Кольцо. Без остановки. — Нижний Новгород: Флокс, СП «ИКПА», 1991.

Следующими по степени странности являются инопланетяне, существенно отличающиеся от земных обитателей, но живущие на планетах. Эталонном является «Экспедиция “Тяготение”» (Mission of Gravity)\* Хола Клемента. Его планета Месклин представляет собой гигантскую линзу, с огромной скоростью вращающуюся вокруг оси, вследствие чего сила тяжести на ее полюсах в 700 раз превышает земную. На экваторе люди могут несколько часов выдерживать здешнюю гравитацию, поскольку она «всего» в три раза больше земной. Благодаря этому возможен прямой контакт землян и инопланетян. Разумные месклиниты похожи на многоножек, они стелются по поверхности, чтобы лучше переносить огромную силу тяжести. Земляне в рамках галактического научного проекта отправляют экспедицию с целью отремонтировать зонд, разбившийся возле Южного полюса. Описывая приключения экспедиции, Клемент рассматривает проявление физических законов в условиях высокой гравитации, а сюжетный поворот под конец показывает, что местные жители намного умнее, чем считали земляне!

Нередко инопланетные монстры рождаются из земной мифологии — неисчерпаемого источника экзистенциального ужаса, легко завладевающего нашими эмоциями. Многие древние культуры представляли богов в виде невероятного смешения частей разных существ, например, в образе человека с шакальей головой или крылатого льва с человеческим лицом. Ранние писатели-фантасты нередко прибегали к аналогичному визуальному конструктору. Скажем, Керр — наполовину кошка, наполовину осьминог. Фантастические фильмы грешат этим до сих пор. В плане сюжетных решений Голливуд лет на 50 отстает от литературной вселенной (см. главу 15).

Мастера строгой научной фантастики, предполагающей соблюдение научных реалий, за исключением существова-

---

\* Клемент Х. Огненный цикл. — СПб.: Северо-Запад, 1993.



ния машины времени, гиперпространственного двигателя и других инноваций, которые развивают сюжет, уделяют огромное внимание естественным наукам, но часто забывают о биологии. Тому есть веская причина. Можно выдумать существо и снабдить его огромным разнообразием внешних признаков — шестью ногами, пятью глазами, чешуей, перьями, не допустив грубого нарушения ни одного биологического принципа. Если же вы захотите придумать новый химический элемент, то без научной степени в квантовой механике просто не будете знать, как он себя ведет. Однако эта гибкость коварна. Биология тоже налагает свои ограничения, и самое заметное — эволюция, попросту выпавшая из многих книг. Вряд ли ван Вогт задавался вопросом, каким образом его монстр *эволюционировал* до способности высасывать жизненную силу — «ид» других существ. Его целью было увлекательное чтение, а не научная достоверность. Фрэнк Герберт так и не дал удовлетворительного объяснения существованию гигантских песчаных червей из «Дюны», хотя главным героем книги является имперский планетолог. Уэллс исходил из предположения, что марсиане должны быть уязвимы для земных бактериальных инфекций, не обратив внимания на глубокую эволюционную взаимосвязь паразита и организма-хозяина, и не задался вопросом, не могла ли человеческая кровь стать противоядием для пришельцев из иного мира.

Однако реалистичное изображение биологических закономерностей встречается все чаще. Основой «Наследия Хеорота» (Legacy of Heorot) Ларри Нивена, Стива Барнса и Джерри Пурнела послужила тема экологии. Люди колонизируют четвертую планету Тау Кита — Авалон. Они строят базу на Камелоте, маленьком острове, чтобы исследовать здешнюю экосистему и убедиться, что она благоприятна. Но труп теленка с тщательно обглоданными костями сообщает колонистам о существовании хищника, напоминающего комодского варана, но с толстым шипастым хвостом.

Чудовище невероятно быстро передвигается и убивает одного из колонистов. Люди называют его Гренделем, как монстра из «Беовульфа»\*. Грендели накапливают в теле кислородосодержащее химическое соединение, позволяющее им двигаться непостижимо быстро. Сначала люди считают их безмозглыми тварями, но в продолжении цикла «Дети Беовульфа» (Beowulf's Children) второе поколение колонистов, родившееся на Авалоне, начинает лучше их понимать, и монстры становятся благожелательней. Сквозной темой книги является необходимость рассматривать живые существа в контексте их экосистемы. Разрушение сложной сети взаимосвязей между видами чревато непредвиденными последствиями.

То же самое может происходить на личностном уровне, как показал Филип Хосе Фармер в дискуссионном коротком рассказе «Любовники» (The Lovers), опубликованном в *Startling Stories* в 1952 г. На планете Озаген, где живут гуманоиды с бледно-зеленой кожей, человек Хэл Ярроу встречается Жанет Растиньяк, внешне неотличимую от земной женщины. Пренебрегая запретом господствующей религии, он вступает с ней в длительные и страстные отношения. Она настаивает на соблюдении мер предосторожности, но он тайком нарушает ее просьбу, и Жанет беременеет. Лишь тогда, слишком поздно, он узнает, что она не человек, а инопланетный миметик-паразит. Ее вид размножается следующим образом: личинки растут в теле матери, поедая его изнутри. Отчаяние Ярроу дает толчок бунту против церкви и восстанию на Озагене, но ни то ни другое не приносит облегчения. Способность к мимикрии потребовалась, чтобы пара могла иметь потомство, но Фармер уделяет определенное внимание и биологическим законам.

Секс в научной фантастике казался многим читателям недопустимым в 1952 г., но к 1979 г. размышления о половом

\* Англосаксонская эпическая поэма конца VII — начала VIII в. — Прим. ред.



поведении инопланетян стали интересовать многих. Действие трилогии Джона Варли «Титан», «Фея», «Демон» (Titan, Wizard, Demon)\* происходит внутри гигантского объекта в форме колеса на орбите Сатурна, где обитает бесчисленное множество странных существ. Среди них титаниды — вроде кентавров, но с тем дополнением, что и передняя человеческая часть, и задняя конская имеют функциональные гениталии. Это позволило автору составить каталог возможных поз, далеко превосходящий «Камасутру», особенно по части групповых затей с разными комбинациями мужчин, женщин, самцов и самок.

Когда автор отпускает воображение на свободу, инопланетяне получаются откровенно фантастическими. В романе Вернора Винджа «Пламя над бездной» (A fire upon the deep)\*\* мы встречаемся с разумными псовыми с длинными изящными шеями и крысиными головами. Они живут небольшими стаями, нередко выступающими как единое целое. Каждый член стаи имеет тимпан, эластичную мембрану, как на барабане, с помощью которой может напрямую преобразовывать свои мысли в звуковые волны для общения со всей стаей. Виндж побуждает читателей подключить собственную фантазию, описывая явно сверхчеловеческую способность и объясняя ее с точки зрения классической физики. Кроме того, он напоминает нам, что инопланетяне по очевидным причинам могут иметь способности, очень отличные от наших.

Аутсайдеры (или Внешние) Ларри Нивена обитают в ледяном космическом вакууме. Их тела содержат жидкий гелий, энергию они вырабатывают по принципу термопары, расположившись одним концом тела в свете солнца, другим — в тени. Считается, что они возникли в маленьком и крайне холодном мире, что подтверждается тем, что они

---

\* Варли Д. Титан. Фея. Демон. — М.: АСТ, 2006.

\*\* Виндж В. Пламя над бездной. — М.: Азбука, Азбука-Аттикус, 2014.

арендуют у земного правительства Нереиду, спутник Нептуна. Это галактические информаторы и торгаши, специалисты по сверхсветовым межзвездным транспортным системам. Деловой этики они не знают и продадут что угодно кому угодно, если цена устроит.

В рассказе Артура Кларка «Из солнечного чрева» (Out of the Sun)\* Солнце выбрасывает огромный фонтан газа (сегодня его назвали бы коронарным массовым выбросом), сравнимый со «взрывом миллиона водородных бомб». Главная идея рассказа в том, что люди-наблюдатели постепенно понимают: в недрах этой гигантской массы газа находится нечто непостижимым образом *живое*.

Роберт Форвард в «Яйце дракона» (Dragon's egg) сумел перещеголять Клементя описанием представителей инозвездной цивилизации, обитающих на поверхности нейтронных звезд. Такие звезды, состоящие практически только из нейтронов, образуются при коллапсе крупной звезды под воздействием собственной гравитации, не имеющей, однако, достаточной массы для превращения в черную дыру. В итоге получается объект около 10 км в диаметре, в два раза превышающий массу Солнца. Экзотические инозвездцы Форварда дают ему повод описать физику нейтронных звезд, хотя и не всегда убедительно. Например, по сюжету чилам приходится проживать свою жизнь невероятно быстро, примерно в миллион раз быстрее, чем людям. Почему? Потому что нейтронная звезда обращается вокруг своей оси пять раз в секунду, так что «день» чилы где-то в полмиллиона раз короче земного. Форвард не объясняет, как столь сжатая временная шкала согласуется с релятивистскими эффектами чудовищного гравитационного поля звезды, которое должно очень сильно замедлять время на ее поверхности. Автор, однако, упоминает, что в его выдуманном мире этот вопрос «остается предме-

\* Можно найти в сборнике: Кларк А. Солнечный ветер. — М.: Эксмо, Валери СПД, 2002.



том споров специалистов в силу чрезвычайных отличий психологии чил от человеческой». Благодаря сжато­му времени способности чилы превосходят способности наблюдателей-людей. Ученики быстро обходят учителей. Обнаружив пять черных дыр внутри Солнца, чила милосердно уничтожает их, прежде чем они уничтожат наше светило, пользуясь недоступной человеческому пониманию технологией.

Цикл «Ксили» (Xeelee)\* Стивена Бакстера рассматривает еще более таинственные области современной физики. Ксили очень вольно обращаются с черными дырами и горизонтами событий, благодаря чему могут управлять временем, создавая замкнутые временные кривые. Это их оружие в масштабной космической войне против фотиновых птиц, состоящих из темной материи и живущих глубоко в недрах звезд. Люди, вначале не подозревающие об обоих противниках, узнают о существовании Ксили по высокотехнологичным артефактам, которые те иногда выбрасывают. Когда люди становятся второй самой развитой расой во Вселенной, ксенофобия, ставящая превыше всего выживание человека любой ценой, побуждает их объявить Ксили войну, охватывающую огромные массивы пространства и времени. Люди перестраивают себя, обретая способность жить в других областях многомерной Вселенной — карманных вселенных, намеренно отсоединенных от всех остальных и, следовательно, неуязвимых для вторжения с помощью временных кривых.

«Как это не похоже на домашнюю жизнь нашей милой царицы», — восклицает одна из прислужниц владычицы Египта в пьесе Шекспира «Антоний и Клеопатра». Проработанные в малейших деталях фантазии Бакстера выходят далеко за рамки возможного с точки зрения науки, но воспри-

---

\* В переводе на русский язык в разные годы издавались некоторые произведения из цикла, например: Бакстер С. Плот. По ту сторону времени. — М.: АСТ, 1995. — *Прим. ред.*

нимаются как целительное лекарство от ограниченной приземленности некоторых астробиологов, убежденных, будто любая разумная жизнь должна в точности повторять нашу. Короткий рассказ Кларка служит той же цели. Его «инопланетянин», извергнутый из недр Солнца, питался электрической энергией, но, по сути, «важна только схема, какое используется вещество, не имеет значения».

Размывание границ между живым и неживым открыло новые сферы «нетвердой» фантастики. Грегори Бенфорд в «Великой небесной реке» (Great Sky River) и продолжениях рисует мрачное будущее человечества, ведущего смертельную битву с мехами — безжалостными инопланетянами, разумными, но не живыми. Цель механической культуры — истребить органическую жизнь во всей Вселенной. Остатки человечества сохранились в одном из миров, Сноуглейде, пережив изменение климата, спровоцированное мехами с помощью облаков пыли, доставленных на орбиту планеты. Теперь семейство Бишопов должно постоянно перемещаться, убегая от жестоких машин. Сюжет открывает возможности не только для захватывающего действия, но и для исследования глубоких проблем машинного интеллекта. Одному из главных действующих лиц даже приходится испытать, что значит иметь механический «сенсориум» — искусственный разум.

По мере того как раскрывается глубинный замысел автора, герой цикла может стать совсем другим человеком. Эндрю Виггин из «Игры Эндера» (Ender's Game)\* Орсона Скотта Карда, убежденный, что играет в сложную компьютерную игру, отразил нападение насекомообразных пришельцев — жуков — и разрушил их родной мир, уничтожив всех. Узнав правду, он понимает, что совершил «ксеноцид». В романе-продолжении «Говорящий от имени мертвых» (Speaker for the Dead)\*\* он узнает, что истребление было не полным, и нахо-

\* Кард О. Игра Эндера. — М.: Азбука-Аттикус, Азбука, 2013.

\*\* Кард О. С. Говорящий от имени мертвых. — М.: Азбука, 2014.



дит кокон королевы жукеров. Во искупление своего греха он становится странствующим Голосом, говорящим с живыми от имени умерших. Кокон он тайно возит с собой — казалось бы, предавая человечество, — и подыскивает подходящий мир, где царица (объяснившая трагическое непонимание двух рас) могла бы возродить Улей. Цикл, начавшийся как типовой «космический шутер», поднялся на высокий эмоциональный и этический уровень.

Внешне научно-фантастические истории об инопланетных существах и цивилизациях кажутся не более чем футуристическими вестернами, где на смену Кольту и луку со стрелами пришли бластеры и прочие новшества. Однако, как показывают вышеописанные книги, главная задача инопланетян в талантливой НФЛ — помочь автору по-новому взглянуть на нас самих и понять, что делает нас людьми. Инопланетяне создают проблемы, которые людям приходится преодолевать, и позволяют, словно в зеркале, увидеть наши заблуждения и фобии. Наша реакция на существование инопланетян и обращение с ними многое говорят о нас, людях.

Мы встречаемся с Иными постоянно. Это мы сами — то, чего мы о себе не знаем.

# ЖИЗНЬ, КАКОЙ МЫ ЕЕ ЗНАЕМ





# Случайность против сложности: химия жизни

Андреа Селла

Прежде чем искать во Вселенной места, где могут обитать инопланетяне, следует ответить на один из фундаментальных вопросов бытия — насколько разнообразна химическая основа жизни. На первый взгляд химические процессы представляют собой случайное движение частиц. В действительности, как мы с вами убедимся, химия — наука, которая стремится к сложности и порядку, и эта тенденция позволяет многое узнать как о происхождении жизни на Земле, так и о шансах на ее существование на других планетах. В этой главе мы обсудим и многие другие темы. Обязательно ли жизнь имеет углеродную основу и нуждается в воде? Могут ли эффективно решить те же задачи другие химические элементы и соединения? Наконец, возможен ли переход от химических веществ к живой материи без некоей божественной искры?

В 1871 г. Чарльз Дарвин в письме другу Джозефу Дальтону Хукеру рассуждал о зарождении жизни на Земле «в теплом маленьком водоеме со всевозможными солями аммиака и фосфора...» В то время шли яростные споры о возможности спонтанного возникновения живой материи. С одной стороны, Луи Пастер продемонстрировал, что в запечатанной колбе жизнь не зародилась. Другие ученые, одна-



ко, оспаривали достоверность эксперимента Пастера на том основании, что для трансформации химической основы в жизнь нужно время, намного превышающее продолжительность опыта.

Если жизнь зародилась именно так, то мы вынуждены постулировать — вслед за Дарвином и его современниками, — что в комплексе сложных химических соединений неким образом возникла комбинация «молекулы жизни» и что все живое не более чем чрезвычайно сложные химические системы. Сегодня эта мысль претит многим точно так же, как и 150 лет назад. Противники этой гипотезы утверждают, что жизнь слишком сложна — и слишком мудро устроена, — чтобы возникнуть по чистой случайности.

Возможно, это неприятие объясняется тем, что представление о шансе и случайности неразрывно связано с нашим пониманием мира на молекулярном уровне. В школе нас знакомят с теорией строения материи из частиц, согласно которой отдельные бесформенные крупички материи (частицы) движутся в объеме газа, жидкости или твердого тела. Однако охарактеризовать молекулярный мир как «мир случайности» означает исказить ряд фундаментальных положений химии.

Пока Дарвин искал свидетельства эволюции путем естественного отбора, другой титан науки XIX в. — австриец Людвиг Больцман пытался создать единую теорию, описывающую общие свойства веществ, например вязкости, исходя из следующего представления: в микромасштабе абсолютно все в конечном счете сводится к базовым строительным блокам — атомам. Между тем многие его современники считали безумной саму мысль о существовании атомов и молекул. Тем не менее Больцман сумел воплотить свои идеи в термодинамике — разделе физики, объясняющем такие явления, как давление, температура и объем газа, движением и столкновением составляющих его атомов или молекул. Открытие Больцмана оказало колос-

сальное воздействие на наши представления о протекании химических реакций. Один из студентов ученого, шведский химик Сванте Аррениус, установил, что скорость химической реакции определенным образом зависит от температуры. Открытая Аррениусом зависимость свидетельствует, что для осуществления химической реакции две соударяющиеся молекулы должны обладать пороговой энергией. Слишком медленные молекулы просто отскочат друг от друга, и химического превращения не произойдет. Следовательно, чем выше температура, тем большая часть молекул становится достаточно быстрой, чтобы преодолеть потенциальный барьер и вступить в химическую реакцию. Соответственно, и скорость реакции возрастает.

Открытие Аррениуса привело к революционной перестройке мышления химиков. Теперь можно было представить себе химическую реакцию как процесс, протекающий в своего рода «энергетическом ландшафте», где цепочки химических превращений начинаются в высокогорьях и спускаются по ущельям в долины. Иногда им приходится преодолевать горные хребты — барьеры, контролирующие общую скорость реакций, поскольку лишь некоторая часть молекул способна перевалить через возвышенности на пути. Комбинация температуры и высоты барьеров определяет, какие реакции возможны при данной температуре, а какие нет.

Если вам кажется, что все это очень далеко от темы инопланетной жизни, еще немного терпения! Дело в том, что идеи Больцмана и Аррениуса позволили определить температурный интервал, в котором могут протекать полезные — способные привести к появлению жизни — химические превращения. В сущности, это химический аналог зоны Златовласки: если температура слишком низкая, реакции протекают очень медленно, а некоторые вообще невозможны; с другой стороны, при слишком высокой температуре всякая избирательность пропадает, поскольку все точки



перевала становятся преодолимыми. Постепенно, по мере дальнейшего ухода температуры за верхний предел, все химические соединения испаряются и молекулы распадаются на атомы. Иными словами, температура является решающим селектором в химии и задает границы, в которых возможны химические, а в конечном счете и биологические структуры.

Влияние температуры на протекание реакций — лишь одна из причин, по которой считать химию областью «случайного» было бы ошибкой. Есть и другая причина: молекулярный мир, безусловно, не состоит из бесформенных частиц. Наоборот, атомы соединяются друг с другом в молекулы в строгом соответствии со своей структурой и строением электронных оболочек. Например, при соединении углерода с водородом возникает связь, которая не распадется спонтанно, пока температура не повысится до 300–400 °С. Это сильная, стабильная связь. Она еще и совершенно симметрична: пары электронов, объединяющие друг с другом каждые два атома, распределены между ними равномерно.

Когда к углероду присоединяется кислород, возникает столь же прочная связь, но с совершенно иным распределением электронных пар. Они значительно смещены к атому кислорода, вследствие чего возникает так называемая поляризованная связь: атом углерода приобретает небольшой положительный заряд (поскольку электроны отдалены от него), а атом кислорода — небольшой отрицательный. Поляризация очень характерна для химических соединений, что имеет множество важных следствий. Молекула со значительным разделением зарядов становится очень «контактной»: если две такие молекулы окажутся рядом, сила электростатического притяжения обязательно их соединит. Таким образом, представление о молекулярном мире как о месиве хаотически перемещающихся «частиц» неверно — химия подчиняется закономерностям, а не случайно-

сти. Фактически возникновение сложных структур и даже жизни есть результат тонких различий в положении и взаимодействии электронов, от которых зависит сложность возникающих химических соединений. Не будь атомного разнообразия, не было бы и шанса на зарождение жизни ни на Земле, ни где бы то ни было во Вселенной.

## Химические реакции как основа растущей сложности

Однако роскошь единовременно учитывать только одну реакцию доступна лишь в контролируемых условиях химической лаборатории. В реальном мире — на дарвиновском «теплом мелководье» — могут одновременно протекать десятки химических реакций с разными скоростями, в результате которых образуется множество веществ.

В далекие 1950-е гг. русский биохимик Борис Белоусов обратил внимание на группу внешне простых химических соединений, которые вели себя парадоксальным образом. При смешивании они меняли цвет, поочередно становясь то желтыми, то бесцветными. Что, если в действительности имела место циклическая смена двух состояний? Мысль о реакции, многократно протекающей от исходных компонентов к конечным соединениям и обратно, казалась абсурдной, и коллеги-ученые объявили Белоусова мошенником и фантазером. Химическая реакция не может потечь в обратную сторону, как скатившиеся с горы сани не могут «передумать» и вновь подняться на вершину! В конце концов, любые реакции следуют определенным маршрутом через «энергетический ландшафт» от высокоэнергетических к низкоэнергетическим, более стабильным продуктам. Обратное действие противоречило бы законам термодинамики.

Белоусов, впрочем, обнаружил не столько химическую реакцию, сколько химическую «экосистему», в которой



молекулы формируются и потребляются определенным образом в зависимости от химических обратных связей. Эти процессы порождают изменения концентрации химических «видов», подобно тому как популяции биологических видов — львов и антилоп гну — циклически растут и сокращаются на равнинах Серенгети.

Практически в то же самое время математик Алан Тьюринг, не слышавший о работе Белоусова, выдвинул предположение: если гипотетическую систему такого рода оставить не смешанной, то вследствие совместного действия химических реакций и диффузии (случайным образом протекающего перемещения молекул из одного места в другое) должны возникать соединения и структуры. Исследования последующих 70 лет продемонстрировали способность подобных систем спонтанно создавать узоры, напоминающие раскраску тропической рыбы, зебры и пятнистой кошки, — произвольные следствия химических процессов в чистом виде. Эти феномены, постепенно встраивающие химические взаимодействия в более сложные схемы, неизбежно должны повторяться на каждой из миллиардов планет, предположительно имеющих потенциал развития жизни. Все, что для этого нужно, — постоянный приток энергии от ближней звезды, чтобы движущиеся молекулы оставались на энергетических «высокогорьях».

## **Чудо природы — вода**

Если сделать раствор соли и дать воде испариться, соль кристаллизуется, самостоятельно приняв форму правильных кубических кристаллов. То, что выглядит как изделие рук человеческих, в действительности является ионами натрия и хлора, перешедшими в состояния с самым низкоэнергетическим, а значит, и самым стабильным взаимным расположением заряженных атомов. Априори предсказать структуру кристаллов, состоящих из сложных молекул, — чрез-

вычайно трудная задача, но структура эта в любом случае предопределяется таким взаимным расположением носителей противоположных зарядов в молекуле, при котором достигается наименьшее притяжение и отталкивание. Из еще более сложно организованных структур, таких как крупные органические молекулы, например жиры, могут формироваться еще более впечатляющие композиции. Вышеописанный процесс минимизации энергетического статуса способен порождать упорядоченные структуры и выверенные конструкции, внешне имеющие пугающее сходство со строением живых систем.

Может показаться, что сборка таких композиций зависит исключительно от структуры молекул как таковых. Но при этом не учитывается ключевой фактор, делающий эту самосборку возможной, — наличие воды, растворителя, в котором протекают все биохимические реакции земных форм жизни. Вода не просто служит средой, где движутся молекулы. Вода — это что угодно, только не пассивная матрица.

Уникальность воды обусловлена почти парадоксальным сочетанием ее свойств — невероятной стабильности и исключительной химической «всеядности». Это противоречие объясняется необычностью ее химического строения. С одной стороны, две связи в молекуле  $H_2O$  — между атомом кислорода и каждым из атомов водорода — обладают почти максимальной прочностью, доступной единичной связи. Но у них есть дополнительное свойство: электроны большую часть времени находятся ближе к атому кислорода, вследствие чего он приобретает выраженный отрицательный заряд. Поэтому молекулы воды чрезвычайно «липучи». Одна молекула присоединяется к другой и т. д., образуя бесконечную сеть сильных взаимных связей. Одним из неожиданных следствий этой липкости является способность воды образовывать структуры. К примеру, если я смешаю растительное масло и воду, они не соединятся.



Для того чтобы заставить их соединиться, нужно разрушить сеть молекул воды, чтобы молекулам масла было куда встроиться. При этом вода вынуждена формировать своего рода оболочку вокруг каждой молекулы масла. Это весьма энергозатратный процесс, и очень быстро молекулы масла и молекулы воды слипаются со «своими», и смесь разделяется на два отчетливых слоя.

Представим теперь, что мы создали молекулу в форме, характерной для сперматозоида, с длинным подвижным хвостом и заряженной головкой. При ее взаимодействии с водой произойдет нечто потрясающее. Поляризованные молекулы воды скопятся вокруг заряженных головок, а хвосты соединятся. Возникнут кластеры с определенной структурой. Это могут быть простые мицеллы — сферы с маслоподобным ядром и заряженными головками на поверхности — или листы, напоминающие клеточные мембраны. Если эти листы свернутся и сомкнутся, получатся образования, напоминающие живые клетки, — пузырьки. Иными словами, взаимное влияние строения молекулы и характеристик воды способствует спонтанному возникновению структур.

Таким образом, свойства воды критически значимы для формирования бесчисленного множества структур, наблюдаемых нами в биологических системах — от сворачивания белка и самосборки спиралей ДНК до отделения клеток в обособленные структуры.

Наличие на Земле воды в жидком состоянии имело решающее значение для возникновения жизни. Что можно сказать о других планетах Солнечной системы и их спутниках, таких как Титан, на которых вместо водных имеются океаны из других жидкостей? Мыслимо ли развитие жизни в другой жидкой среде? Возможно, да. Такой средой могли бы стать океаны жидкого метана, азота или даже аммиака. Однако условия в них накладывали бы очень жесткие ограничения на любую возникающую форму жизни. Нач-

нем с того, что молекулы этих жидкостей намного менее «липкие», чем молекулы воды. Поляризация молекул, обеспечивающая вязкость воды, настолько велика, что вода тает и кипит при температурах на десятки и сотни градусов выше, чем другие химические вещества с молекулами аналогичной величины и сложности. При нормальном давлении температура кипения азота и метана близка к  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а несколько более вязкий аммиак закипает при  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Следовательно, в жидком состоянии эти вещества могут находиться лишь там, где очень холодно. При сверхнизких температурах любые химические реакции протекают чрезвычайно медленно. В лабораторных условиях жидкий азот часто используется для остановки всех процессов — при его температуре могут храниться, не разрушаясь, чрезвычайно хрупкие молекулы. Биомолекулы и даже целые клетки в жидком азоте переходят в состояние анабиоза, т. е. любая жизнедеятельность замирает.

## Ингредиенты жизни

Итак, характерные особенности химических процессов сами по себе обеспечивают определенный уровень сложности, возможно ведущий к возникновению жизни. Что еще для этого нужно? Есть ли базовые химические закономерности, которые обязательно должны присутствовать в сложных молекулах, чтобы появились шансы на зарождение жизни?

В 1957 г. Миллер и Юри провели знаменитый эксперимент, в ходе которого несколько недель подвергали кипячению и воздействию электрических зарядов метан, двуокись углерода, воду и аммиак. В результате получился коричневый раствор (возможно, тот самый первичный бульон?), из которого удалось выделить ряд более или менее сложных молекул, напоминающих аминокислоты и простые сахара — строительные блоки жизни. Хотя в XIX в. проводилось много



похожих экспериментов, Миллер и Юри стали первыми, кто повторил этот опыт в эпоху современного химического анализа. Их эксперимент многими критиковался за наивность и примитивизм, однако многих заставил задуматься.

Должна ли инопланетная жизнь обязательно быть углеродной в своей основе? Это неверная постановка вопроса. Представление об органической и неорганической химии восходит к эпохе, когда считалась необходимой некая искра, жизненная сила, наделяющая неодушевленную материю тем свойством, которое мы зовем жизнью. Однако теория «витализма» давно отклонена, во всяком случае в науке, и сегодня понятия органики и неорганики в равной мере способствуют нашему пониманию и затемняют его. Углерод не элемент, из которого строится жизнь. Это не более чем один из примерно 40 элементов, которые, как нам сейчас известно, необходимы для жизни на Земле. Преимуществом, выделяющим его из ряда прочих жизненно важных элементов, является его способность образовывать великое множество молекул, достаточно стабильных, чтобы служить надежными хранилищами энергии и химической информации, причем в температурных границах существования жидкой воды. Но по мере развития химии в XX и XXI вв. мы находим аналогичные свойства и у других элементов, например у фосфора и кремния.

## **Химические следы внеземной жизни**

В обозримом будущем мы едва ли сможем посетить даже ближайшие к нам космические тела, где теоретически могла бы существовать жизнь. Как же нам искать ее? У какой группы ученых больше всего шансов на это эпохальное открытие? Проект SETI сосредоточился на поиске радиосигналов, однако это чрезвычайно сужает круг возможных находок до цивилизаций, использующих радио, телевидение и мобильные телефоны.

В поиске инопланетной жизни нам следует обратиться к методам, превращающим химию из увлекательной, но сугубо земной области знаний в универсальную дисциплину, способную охватить и осмыслить безбрежные пространства Вселенной. Согласно выдвинутому в 1970-е гг. предположению Джеймса Лавлока и Карла Сагана, возникновение жизни на любой планете должно изменить состав ее атмосферы, как это произошло на Земле, где внезапно начал вырабатываться кислород. Земная атмосфера содержит красноречивый признак существования системы живых организмов на основе воды и фотосинтеза.

В 1859 г., в тот самый год, когда Дарвин опубликовал свой труд «Происхождение видов», Роберт Бунзен и Роберт Кирхгоф пропустили солнечный свет через призму и поняли, что темные линии на полученном спектре в точности соответствуют ярким цветам спектра горячего пламени, когда в него вносят крупинки солей металлов. Они доказали, что поставленный на земле химический опыт позволяет судить о составе и свойствах космических объектов. Через 40 лет с помощью именно этого метода — спектроскопии — был открыт гелий на Солнце, прежде чем его удалось выделить на Земле.

Недавно астрофизик Джованна Тинетти (см. главу 18) с коллегами обнародовали результаты потрясающей работы — первого в истории спектрального анализа атмосферы экзопланеты, отстоящей от нас на 70 св. лет. Это первая попытка взглянуть на мир, в корне отличающийся от любого объекта Солнечной системы. В последующие годы наши возможности в изучении экзопланет невероятно возрастут благодаря новым телескопам, которые позволят заглянуть еще дальше в космос. Знания в области химии помогут осмыслить увиденное.

Плиний, цитируя Аристотеля, сказал: *Ex Africa semper aliquid novi* — «Африка всегда преподносит что-нибудь новое». Для нас такой Африкой станут другие планеты.



Но даже если нам удастся найти признаки существования внеземной жизни, не следует забывать о необходимости в первую очередь оберегать жизнь на нашей собственной планете, эту сложную сеть взаимосвязей, благодаря которой мы существуем. Возникновение жизни на Земле изменило состав атмосферы и сделало возможным нынешнее многообразие видов. В последние два столетия человечество как биологический вид также накладывает химический отпечаток как на атмосферу, так и на кору Земли. Мы не знаем, является ли наша глобальная экосистема одной из миллиардов или одной-единственной во всей Вселенной. Однако для нас это идеальная среда обитания, к которой мы адаптированы наилучшим образом. Давайте помнить о том, что самым важным местом для нас является то, которое мы называем своим домом.

# Источники электричества и глубоководные вулканы: как началась жизнь на Земле

Ник Лейн

«Я не могу дать этому определения, но когда я это увижу, то сразу узнаю», — сказал судья Верховного суда США Поттер Стюарт о жестком порно. Его слова применимы к жизни в целом, определить которую еще труднее — возможно, труднее всего. Например, можно ли назвать живым лесной пожар? Очевидно, нельзя, хотя он и соответствует некоторым общепринятым критериям живого, таким как «питание», «рост» и «воспроизводство». Им отвечают и растущие кристаллы. Мы «знаем», что они неживые, но затрудняемся дать понятию живого строгую формулировку, которая бы их исключала. С вирусами дело обстоит противоположным образом. Они кажутся крохотными машинами, столь же тщательно сконструированными под выполняемую задачу, как лунный посадочный модуль. В том, как они встраиваются в механизм функционирования клеток, чтобы воспроизводить себя в тысячах копий, трудно не усмотреть целеустремленности. Целеустремленная конструкция — парадоксальное описание, не вяжущееся, однако, с неоду-



шевленной силой. Тем не менее вирусы не имеют собственного метаболизма — они не способны жить автономно, — поэтому они исключены из многих определений жизни.

Не будем рассматривать еще более спорные примеры вроде компьютерных программ. Просто признаем: что такое жизнь — сказать трудно. Затрудняет ли это изучение происхождения жизни? Да, поскольку мы не договорились, что именно пытаемся объяснить как в собственном мире, так и применительно к другим планетам. И нет, поскольку великое множество шагов на пути к первой живой клетке образует континуум: отсутствует определенный момент, указав на который мы могли бы однозначно заявить — вот сейчас сложная молекулярная система внезапно стала живой. Самые первые состояния этого континуума, безусловно, не были живыми. Какими же они были в таком случае? Очевидно, они формировали определенную среду, способствующую следующему шагу, среду, обладающую потенциалом развития жизни — «зародышем» жизни. Можем ли мы на основании изучения жизни на Земле что-то узнать об этом зародыше? А затем и высказать предположения о природе инопланетян?

На мой взгляд, большинство определений жизни грешат общим недостатком — не охватывают среду как зародыш жизни. Например, определение, ныне принятое в НАСА, — «самоподдерживающаяся система, способная к дарвиновской эволюции». Самоподдерживающаяся? Начать с того, что поддержание жизни в обязательном порядке зависит от среды обитания. И речь идет не только о том, что первый шаг к появлению жизни возможен лишь в благоприятном окружении. Даже мы, современные люди, не способны обрезать пуповину, связывающую нас со средой, которая обеспечивает наше существование. Подобно всем живым организмам, от бактерий до растений и животных, мы должны постоянно дышать, чтобы жить. Базовый страх утопления или асфиксии — это

страх оказаться отрезанными от среды обитания более чем на несколько секунд. Относительно немногочисленные виды научились переносить это отторжение, переходя в метаболически пассивные состояния, из которых возвращаются к жизни, когда условия становятся благоприятными. Однако они не способны делать это бесконечно, а, восстановив жизнедеятельность, становятся столь же неотделимыми от своего окружения. Ключевое слово здесь — жизнедеятельность. Жизнь существует ради жизнедеятельности, и гораздо разумнее, ища источник жизни, искать источник жизнедеятельности — активного использования среды с целью постепенного роста.

Все живое использует окружающую среду, чтобы делать свои копии. Я не требую признать это определением живого, но вижу здесь плодотворный подход к мировосприятию, тем более что он позволяет отнести к живой материи и вирусы, и живые клетки. Действительно, вирусы эксплуатируют чрезвычайно богатую ресурсами среду — внутренность клетки, изобилующую энергией и механизмами, необходимыми вирусам для репликации. Они могут себе позволить свести собственные ресурсы к самому минимуму, поскольку все необходимое им предоставляет среда обитания. На другом конце спектра располагаются растения, также эксплуатирующие свою среду, но лишь в малой степени. Практически все, что им нужно, — солнечный свет, вода и углекислый газ. Они отличаются чрезвычайно сложной биохимией, позволяющей растениям снабжать себя всем необходимым для роста, крайне скупко потребляя внешние ресурсы. Правило здесь такое: чем ниже зависимость от окружения, тем выше биохимическая сложность организма. Однако эта зависимость сохраняется всегда. Если лишить растение света или воды, оно погибнет так же неизбежно, как погибает человек без кислорода. Все мы, подобно вирусам, паразитируем на своем окружении — в конечном счете на своей изменчивой «живой» планете.



Итак, как устроена жизнь? Казалось бы, способов существования столько же, сколько и живых существ, но на уровне базовой схемы жизнедеятельности клетки это совершенно не так. Потрясающе, но вся жизнь на Земле применяет один и тот же механизм получения энергии извне и ее использования для степенного роста и репродукции. Химическая активность среды обитания позволяет живым организмам заряжать свои аккумуляторы: по обе стороны тонких клеточных мембран накапливается электрический заряд. Расстояние, на котором действует этот заряд, настолько мало (пять миллионных долей миллиметра), что если бы вы уменьшились в размерах до молекулы, то оказались бы под воздействием электрического поля напряженностью около 30 млн В/м — как у разряда молнии. Какой бы дикой ни казалась эта мысль со всеми ее франкенштейновскими реминисценциями, именно электрический заряд биологических мембран является главным отличительным признаком земной жизни наряду с ДНК, или генетическим кодом. Однако в отличие от ДНК устойчивое существование этого заряда указывает на определенные условия, в которых могла возникнуть жизнь на Земле. Возможно, такие же условия существуют и на других планетах, которых в одной только Галактике около 40 млрд.

## **Да пребудет с вами протонодвижущая сила!**

Мысль о том, что клетки питаются электрической энергией, стала одной из самых революционных научных идей XX в. Ее продвигал с начала 1960-х гг. эксцентричный англичанин, биохимик Питер Митчелл, вызывавший у своих современников-ученых такой антагонизм, что противодействие его гипотезе вылилось в непримиримый конфликт, получивший название OхPhos-войн (поскольку Митчелл назвал предложенный им механизм клеточного дыхания окислительным

фосфорилированием). Дело кончилось присуждением Митчеллу в 1978 г. Нобелевской премии, и его открытие было названо «самой парадоксальной идеей в биологии со времен Дарвина, единственной, сопоставимой с идеями Эйнштейна, Гейзенберга и Шрёдингера». По существу же гипотеза Митчелла была проста и выростала из едва ли не наивного вопроса о том, в чем разница между внешним и внутренним.

Митчелл заинтересовался, каким образом бактерии поддерживают внутреннюю среду. И понял, что они активно перекачивают молекулы внутрь клетки или за ее пределы через мембрану. Активный процесс перекачивания энергозатратен и избирателен: опознаются и проводятся через мембрану определенные молекулы, подобно тому как паромщик перевозит через реку только тех пассажиров, кто заплатил. Гениальность Митчелла позволила ему заметить, что тот же базовый принцип применим не только к жизнедеятельности бактерий, но и к клеточному дыханию, о котором было известно, что для него необходимы мембраны, хотя причины этого оставались загадкой. Если при активном перекачивании вещества из клетки (вследствие чего создается разница между внутренней и внешней средой) энергия тратится, понял Митчелл, то она же и высвобождается, если дать возможность потоку вернуться обратно, нейтрализуя созданную разницу. Высвобождаемую энергию можно использовать для производительной деятельности.

Так устроено клеточное дыхание. Через мембраны активно прокачиваются протоны. Как вы, наверное, помните, протоны — положительно заряженные ядра атомов водорода, обозначаемые символом  $H^+$ . Когда они выводятся из клетки, то внутри и вне ее возникает не только разная концентрация протонов, но и разница электрических потенциалов, поскольку протоны выносят наружу положительный заряд. Этим и обеспечивается устойчивый электрический заряд наших мембран. Вынужденные переместиться нару-



жу, протоны стремятся вернуться обратно в клетку и нейтрализовать разницу в заряде и концентрации. Митчелл назвал действующую при этом силу протонодвижущей. Это самая важная сила для живой материи. Через мембраны митохондрий, встроенных электростанций наших клеток, ежесекундно перекачивается невообразимое количество протонов — 10 млрд трлн — почти столько же, сколько звезд в видимой Вселенной. Крошечные бактерии совокупными усилиями перекачивают еще больше. Каждое живое существо на нашей планете получает энергию из источника, приводимого в движение протонодвижущей силой. Этот механизм действует непрерывно, каждую секунду существования, передавая искру жизни от одного поколения к другому. С самым первым движением жизни на Земле около 4 млрд лет назад всех нас связывает ни на мгновение не прерывающийся поток протонов.

Откуда же берется энергия на перекачку всех этих протонов и поддержание всех этих жизней? В нашем случае — от сжигания пищи кислородом благодаря дыханию. Мы извлекаем электроны из пищи, и они передаются по цепи переносчиков внутри той самой мембраны митохондрий, пока не встретятся с кислородом, который доставляется в каждую нашу клетку исключительно ради этого. Поток электронов к месту встречи с кислородом — еще один электрический ток — как раз и питает транспортировку протонов через мембрану. С прекращением дыхания прерывается поток электронов, и ничто больше не перекачивает протоны. Источник жизненной силы иссякает, и наступает конец. Исчезновение протонодвижущей силы — лучшее определение смерти. Непрерывный поток электронов и протонов, связывающий нас с источником всего живого на Земле, прекращается с нашей кончиной.

Большинству бактерий не требуется ни кислорода, ни пищи, чтобы создавать протонодвижущую силу. Они умеют использовать в этих целях другие газы и даже мине-

ралы. По генам можно проследить источники силового поля в живых клетках вплоть до последнего универсального общего предка всех живых видов. Зовут этого предка «Последний универсальный общий предок» — LUCA (Last Universal Common Ancestor). LUCA не являлся самым первым существовавшим на Земле организмом, поскольку уже представлял собой клетку с генами и белками, т. е. был весьма сложным — и, безусловно, живым. Тем не менее это очень ранняя страница в истории жизни, и если источником энергии для него служила протонодвижущая сила, то ее механизм должен был сформироваться еще раньше — где-то в сумеречной зоне между живой и неживой материей. Невероятная сложность современного дыхания противоречит этой идее, вследствие чего она до сих пор не получила должного внимания. Но чем больше мы узнаем об удивительном строении LUCA, тем больше оно свидетельствует о существовании первичной электрической силы — причем не только на Земле, но и повсюду во Вселенной.

## Где ты, LUCA?

Возможно, вам знакома классификация всего живого по трем доменам: эукариоты (все организмы с большими сложными клетками, в том числе растения, животные и грибы), бактерии и археи, внешне напоминающие бактерии, но резко отличающиеся генетикой и биохимией. Сегодня мы знаем, что эукариоты — обладатели клеток того же типа, что и у нас, фактически сшиты на живую нитку из бактерий и архей, т. е. являются результатом причудливого взаимодействия клеток двух других типов. Это захватывающая тема, но не имеющая касательства к предмету нашего разговора, поскольку эукариоты возникли на 2 млрд лет позже и никак не помогут нам раскрыть тайну зарождения жизни. В последние годы становится все более очевидно, что первичными доменами являются только два — бак-



терии и археи. Каждая из этих генетически разных групп включает крохотные одноклеточные организмы с невероятной биохимической изобретательностью, но морфологически простых.

Если вы ничего не знаете о бактериях и археях, то, вероятно, считаете эту тему скучной и примитивной. Ничего подобного! Они господствовали первые 3 млрд лет существования жизни на Земле и «изобрели» все важнейшие биохимические процессы — от фотосинтеза и фиксации азота до дыхания. Даже сейчас мы не сможем без них выжить. Но самой важной для нас на сегодняшний день является возможность сравнить подробно изученную биохимию этих двух групп организмов и попытаться понять, каким мог быть их общий предок — LUCA. Например, бактерии и археи хранят наследственную информацию в ДНК, кодирующей последовательность строительных блоков (аминокислот) в белках. У обеих групп этот код совершенно одинаков — это так называемый универсальный генетический код. Можно предположить, что и LUCA уже обладал генетическим кодом, ДНК и белками.

Чем еще? Мы можем почти наверняка утверждать, что он был автотрофом, т.е. получал все необходимое для роста из неорганической материи — минералов и газов, а не «поедал» органику. Самые древние бактерии и археи, по-видимому, питали свою жизнедеятельность такими газами, как водород и углекислый газ, — как, вероятно, и LUCA. Он почти наверняка не занимался фотосинтезом (следовательно, не нуждался в свете Солнца), поскольку этим изощренным процессом владеют только бактерии, но не археи. Однако водород и углекислый газ не слишком химически активны. Видимо, LUCA использовал протондвижущую силу — электрический заряд на своих мембранах, — чтобы заставлять их вступать в реакцию с помощью минеральных веществ, содержащих железо и серу и выступающих в качестве катализатора — ускорителя естественных

реакций. Эти черты наблюдаются в обеих группах одноклеточных живых организмов, следовательно, должны были иметься и у их общего предка.

Однако самым интересным является то, что отличает два базовых домена. Прежде всего, это фундаментальная разница клеточных мембран и стенок, отделяющих внутренность клетки от окружающей среды, у бактерий и архей. Это и механизм, создающий электрическое поле. Очевидно, LUCA тоже был автотрофом и использовал электрический заряд на своей клеточной мембране для осуществления медленной реакции между углекислым газом и водородом. Тем не менее эта мембрана, играющая столь важную роль, у современных бактерий и архей непостижимым образом отличается, как и механизм генерации заряда.

Как это объяснить? Имеется несколько возможных вариантов, по которым специалисты, занятые решением этой проблемы, никак не могут прийти к согласию. Одно из объяснений является особенно привлекательным, поскольку напрямую указывает на источник всей жизни и ее возникновение в чрезвычайно специфической среде. Возможно, LUCA пользовался электрическим зарядом на мембране, не умея его создавать, поскольку получал этот заряд в готовом виде из среды обитания.

## Электрическая колыбель жизни

Именно такая среда — гидротермальный источник специфического типа — была впервые предложена в качестве колыбели земной жизни в конце 1980-х гг. Майком Расселом, ныне работающим в Лаборатории реактивных двигателей НАСА в Пасадене. Его не остановило даже то, что в те времена такие источники не были известны. Десятилетие спустя, в 2000 г., возле Срединно-Атлантического хребта было открыто новое гидротермальное поле, отвечавшее всем критериям, предсказанным Расселом. Поле, получив-



шее название Лост-Сити, явилось результатом не вулканической активности, а химической реакции скальных пород океанского дна и морской воды. Вследствие этого процесса возникли гидротермальные источники с сильной щелочной реакцией, как у отбеливателей, бурлящие газообразным водородом. На наш взгляд, это агрессивная среда, но именно водород требуется большинству древних бактерий и архей для роста. Более того, источники Лост-Сити пронизаны сложными лабиринтообразными структурами крохотных пор с тонкими стенками из неорганических веществ. Поры не только напоминают строением живые клетки, но и имеют на стенках электрический заряд — источник природной протонодвижущей силы, обеспечиваемый разницей концентрации протонов в гидротермальных жидкостях (бедных протонами) и в относительно кислотной (богатой протонами) морской воде, которые смешиваются друг с другом в границах источников.

Поровые каналы гидротермальных источников по своему строению аналогичны большинству древних бактерий и архей, которые, что интересно, до сих пор существуют в своей первозданной среде. Единственное различие состоит в том, что сегодня наличие кислорода мешает протеканию химических реакций, когда-то запустивших процесс жизнедеятельности. Возможно, однако, что 4 млрд лет назад, до начала выработки кислорода процессом фотосинтеза, толчком для жизни могла послужить природная протонодвижущая сила. После десятилетий упорных поисков источника жизни эта идея выглядит особенно привлекательной. Эти поиски основывались на прагматическом подходе — отработывалось то, что хорошо удается в химической лаборатории. Берем высокоэнергетические молекулы, например цианистую соль, облучаем ультрафиолетом, чтобы спровоцировать химическую реакцию, и получаем возможность синтезировать большую часть базовых строительных блоков жизни. Все прекрасно — не считая того, что все эти десят-

ки лет ученые получали картину, совершенно не похожую на то, что мы видим в реальности. Ни одна известная форма жизни на Земле не использует цианистый калий в качестве источника углерода или азота и не черпает энергию ультрафиолетового излучения. Пути реакции, скрупулезно выявляемые специалистами по добиотической химии, не имеют ничего общего с путями биохимических реакций, протекающих в настоящих живых клетках. Дождаться же, чтобы в жиденьком бульоне этих молекул самозародились клеткообразные структуры, способные расти и делиться, совершенно нереально.

Противоположный подход — взять молекулы и биохимические пути, используемые живыми клетками, — в лаборатории также оказывается бесперспективным. Углекислый газ и водород упрямо остаются неактивными, несмотря на то что все живое использует их как основу для жизнедеятельности. Вплоть до недавнего времени не удавалось воссоздать в лабораторных условиях структуру клетки как таковой — электрический заряд на мембранах, протонодвижущую силу. Как все это работает? Безусловно, разгадка прячется в самой клетке. Руководствуясь революционной работой Билла Мартина из Дюссельдорфского университета по детальному изучению метаболизма древнейших клеток, сразу несколько групп по всему миру (в том числе моя группа в Университетском колледже Лондона) взялись за разработку реакторов для проверки гипотезы, что стимулом к зарождению жизни могла послужить природная протонодвижущая сила гидротермальных источников. Мы уже получили обнадеживающие результаты, первые многообещающие свидетельства того, что природный протонный градиент действительно мог запустить реакцию водорода и углекислого газа с получением простых органических молекул. Восхитительное начало! Но только начало.

Главное в этой идее — то, что она связывает живую планету с живыми клетками. Как я упоминал, гидротермальные



источники этого типа возникли в результате химической реакции между горной породой и водой. Это химически активная среда и, возможно, одна из самых универсальных во Вселенной. Рассматриваемый минерал оливин является одним из самых распространенных в составе межзвездной пыли. Из него же по большей части состоит мантия Земли. Вода также есть везде. Соедините их на любой влажной каменной планете, и начнется реакция в планетарном масштабе. В нашей Солнечной системе имеются признаки протекания этих реакций на Марсе (хотя он и потерял почти всю свою воду) и на ледяных спутниках — Энцеладе, Титане и Европе. Углекислый газ также в изобилии содержится в атмосфере большинства планет Солнечной системы. Горная порода, вода и углекислый газ — трудно представить еще более краткий и нетребовательный «пакет условий» возникновения жизни. Но важно, чтобы сочетание этих факторов создало гидротермальные источники нужного типа, с естественным протонным градиентом через неорганические барьеры, который стал бы источником энергии для химического взаимодействия водорода и углекислоты, дающего на выходе органическую материю в клеткообразных порах коры любой влажной каменной планеты.

Земля не исключение. Из-под поверхности 40 млрд каменных планет в нашей Галактике также выходит водород и вступает в реакцию с углекислым газом благодаря энергии непрерывного потока электронов и протонов, повсеместно распространенных во Вселенной элементарных частиц. Те же силы двигают жизнь на Земле. Так что мы обязательно узнаем жизнь, когда увидим ее, поскольку источником инопланетной жизни также будет электрическая разность потенциалов.

# Квантовый скачок: может ли квантовая механика раскрыть секрет (инопланетной) жизни?

Джонджо Макфадден

## Легка ли жизнь «на подъем»?

Жизнь — сложное явление. На Земле живет около 2 млн известных нам видов и намного больше неизвестных, и каждый является изошренным результатом более чем 3 млрд лет эволюции. Но биосфера не всегда была такой насыщенной. Какой-то период в начале существования Земли на ней вообще не было жизни, была лишь неживая материя. Чтобы понять, как произошел переход от набора химических элементов к жизни, нужно прежде всего выработать определение живой материи. К сожалению, общепринятого определения, принимаемого всеми биологами и химиками, не существует. Эту непростую проблему всесторонне осветил Ник Лейн, и я не стану к ней возвращаться. Однако, чтобы рассмотреть возможность независимого возникновения жизни на других планетах, давайте договоримся считать живым организм, способный к воспроизводству в неживом окружении — а никакого иного окружения в изначально стерильном мире быть не может.



Теперь, исходя из определения жизни как способности самокопирования (в неживой среде), зададимся вопросом, насколько простой может быть жизнь. На сегодняшний день ответ может дать так называемая микоплазма — крохотные бактерии, вызывающие распространенные инфекции человека, в частности пневмонию. Они далеко не примитивны. Даже простейшие микоплазмы имеют достаточное число генов для кодирования почти 500 белков. Эти одноклеточные организмы неправильной формы имеют диаметр менее одной тысячной миллиметра, однако содержат миллионы молекул, белки, жиры и углеводы, взаимосвязанные простыми регуляторными сетями.

Живые клетки так замысловато устроены, поскольку сложен сам процесс репликации. Мы знаем, что он представляет трудности даже для машин, специально созданных для копирования вещей. Современная технология дала нам множество таких устройств, от фотокопирующих машин до компьютеров и 3D-принтеров. Но может ли какое-то из них сделать копию *себя*? Вероятно, ближе всего к этой возможности подошел 3D-принтер. Сегодня эти устройства способны печатать собственные компоненты, из которых затем можно собрать 3D-принтер. Однако не все их компоненты удастся изготовить этим методом, и им все равно нужна посторонняя помощь при сборке. На данный момент мы все еще очень далеки от создания самореплицирующейся машины. Какая ирония: в современном мире суперкомпьютеров, космических ракет и смартфонов единственная возможность получить создание, способное к воспроизводству, — это воспользоваться все теми же методами, что и несколько миллиардов лет назад. Единственный самостоятельно реплицирующийся «продукт» человеческих усилий — наши дети!

Очевидная трудность репликации становится проблемой для каждого, кто пытается объяснить происхождение жизни. Знаменитой иллюстрацией этой проблемы является предложенное астрономом Фредом Хойлом сравнение

вероятности возникновения бактерии в ходе случайных термодинамических процессов, возможных на молодой Земле, с шансами на то, что торнадо, пронесшись над свалкой старой техники, «надует» из железного хлама аэробус. На Земле находится «свалка» или на какой-то отдаленной планете — проблемы не снимает. Представляется, что даже Вселенная недостаточно велика, чтобы в ней по чистой случайности появилась сложная клеточная жизнь. И все-таки по крайней мере однажды это произошло.

## Первичный бульон

Преодолеть эту дилемму помогает, в частности, антропный принцип, специфическим образом объясняющий, почему все во Вселенной, от законов физики и химии до уникальных условий на Земле, словно нарочно придумано для того, чтобы мы могли существовать, чтобы чудо человеческой жизни стало возможным. Нередко идут в ход варианты теории параллельных вселенных, согласно которым их число практически бесконечно и они имеют разные условия, в большинстве своем непригодные для жизни. Однако условия в нашей Вселенной должны были благоприятствовать жизни — иначе нас бы здесь не было. Впрочем, даже в таких вселенных, как наша, с подходящими условиями, зарождение жизни может быть затруднительно. Если же это случилось однажды, почему не может случиться снова, а потом еще раз и еще, о чем подробно пишет Пол Дэвис в главе 13? Если мы находимся именно в такой вселенной, где жизнь «легка на подъем», то опыт возникновения и развития живого на Земле, вероятно, должен был повториться на других планетах. Это оптимистичный сценарий для поиска внеземных обитателей.

Согласно второму подходу, законы физики и химии и значения базовых констант, таких как сила притяжения и электрический заряд электрона, являются необходимыми



ми, но недостаточными условиями возникновения жизни. Возможно, потребовалась вторая попытка, и здесь, на Земле, она увенчалась успехом благодаря невероятно редкому сочетанию химических веществ, породившему жизнь исключительно на нашей планете, как описывает в главе 14 Мэтью Кобб. По этому сценарию жизнь «тяжела на подъем» и мы, скорее всего, одиноки во Вселенной.

Итак, сколько раз должны быть успешно выброшены «антропные кости» — не менее двух или хватит одного броска? Легка ли жизнь «на подъем»? Как отмечает Мэтью Кобб, поскольку все организмы произошли от одного общего предка, можно предположить, что жизнь на Земле воспользовалась единственным уникальным шансом. Но если нам земная жизнь известна лишь в одном воплощении, из этого совершенно не следует, что ей не могли предшествовать другие успешные попытки. Ныне существует только один вид рода *Ното* (*Homo sapiens*), но в прошлом было немало других, просто все они вымерли. Аналогично в еще более отдаленном прошлом теоретически могли возникать альтернативные источники жизни, также уступившие Землю нашим успешным предкам.

Аргументом в пользу оптимистичного сценария является возникновение жизни на земном шаре практически сразу, едва для нее сложились условия. Когда Земля сформировалась около 4,6 млрд лет назад, она была слишком горячей, чтобы на ней имелась жидкая вода (Крис Маккей в главе 6 и Андреа Селла в главе 10 сходятся на том, что это важное условие возникновения жизни на нашей планете и, возможно, в любом другом месте). Соответственно, она не была пригодна для обитания вплоть до момента не ранее 3,8 млрд лет назад. И примерно этим временем датируются самые ранние следы организмов в древнейших горных породах. Если жизнь «тяжела на подъем» и требует исключительно удачного броска «химических костей», тогда, скорее всего, прошло бы много миллионов, а то и миллиарды лет, прежде

чем химические компоненты сошлись в нужном сочетании для появления жизни. Жизнь, однако, возникла относительно быстро. Можно предположить, что, как только выполнены условия ее существования — например, наличие жидкой воды, — жизнь становится не просто возможной, а вероятной. Следовательно, в нашей Вселенной жизнь «легка на подъем», и если такие же условия, как на молодой Земле, сложились в инопланетных мирах — что представляется вероятным, — то живая материя должна была возникнуть и на этих планетах, причем столь же быстро. Инопланетяне должны быть повсюду.

Чтобы подкрепить эту гипотезу, нужно как-то решить парадокс Хойла о торнадо и автосвалке. Как возможна случайная сборка из химического «мусора» чудовищно сложной — и чрезвычайно маловероятной — функции самокопирования?

В качестве первых носителей этой функции назывались различные биомолекулы, которые могли бы сформироваться в первичном бульоне. Тем не менее даже простейшие из них должны быть чрезвычайно сложными структурами. Расчетная вероятность формирования реплицирующейся молекулы исключительно в ходе случайных процессов исчезающе мала, так что ею можно пренебречь. Вот она, главная загвоздка с происхождением жизни. Проблема не в том, что так уж трудно получить химические предпосылки для жизни или выявить биомолекулы, способные пройти ряд необходимых шагов репликации. Проблема в том, что каждый такой репликатор может быть лишь одним из горстки структур в ошеломляюще большом множестве возможных вариантов. Это так называемая «проблема поиска»: как может правильная структура найтись случайно? Случайный поиск (фактически в ходе соударений атомов и молекул, взаимодействующих и соединяющихся друг с другом по законам термодинамики и химии) чудовищно неэффективен, он не уложился бы в сколько-нибудь



разумный интервал времени, исчисляющийся даже сотнями миллионов или миллиардами лет.

Для наглядности воспользуемся сравнением с компьютером, заменив множество неохотно образующихся химических соединений простыми строительными блоками цифрового мира — битами или элементами информации, которые могут иметь только два значения, 1 или 0 (или истинно/ложно, да /нет). Байт данных, состоящий из восьми бит, является отдельным знаком текста в компьютерном коде. Его можно уподобить одному знаку алфавита генетического кода. Теперь зададимся вопросом: насколько часто встречаются среди всех возможных строк байтов такие, которые могут реплицировать себя в компьютере?

В этом контексте у нас имеется громадное преимущество, поскольку реплицирующиеся строки байтов весьма распространены — это всем известные компьютерные вирусы, представляющие собой относительно короткие программы, которые умеют заражать компьютеры, заставляя процессор делать огромное количество копий. Затем вирусы проникают в наши электронные письма и заражают компьютеры друзей и коллег. Таким образом, если считать память компьютера чем-то вроде цифрового первичного бульона, то компьютерные вирусы — цифровые эквиваленты первичных репликаторов.

Один из простейших компьютерных вирусов, Tinba, имеет только 20 Кб — всего ничего по сравнению с основной массой компьютерных программ. Несмотря на то что для компьютерного кода 20 Кб — это совсем мало, их хватает, чтобы продуцировать относительно длинные строки цифровой информации, поскольку при 8 битах в каждом байте получается 160 000 бит информации. Чтобы имелся хотя бы один шанс на генерирование Tinba из случайного комплекса бит, их потребовалось бы по меньшей мере  $10^{32000}$  (число, записываемое единицей с 32 тысячами нулей). Это непостижимо большое число — несоизмеримо больше, чем частиц

во Вселенной. Вывод однозначный: Tinba не мог бы возникнуть по чистой случайности.

Наверное, возможно множество реплицирующихся кодов еще проще Tinba, что повышает шансы на их самозарождение. Но если бы оно действительно имело место, то на данный момент компьютерный вирус уже возник бы спонтанно из огромного потока гигабайт, пронизывающих интернет каждую секунду. Все эти коды функциональны, т. е. могут передать процессору нашего компьютера команду выполнить базовую операцию, скажем копирование или удаление, — и теоретически все они могут быть версиями Tinba, — однако каждый компьютерный вирус, когда-либо заражавший чей-то компьютер, по однозначным признакам определяется как творение рук человеческих. Насколько нам известно, в огромном потоке цифровой информации, наводняющей мир, спонтанно не зародилось ни единого компьютерного вируса.

## Первичный квантовый бульон

Имеется одна смелая идея, которая может объяснить стремительное возникновение первого репликатора. Эта идея опирается на одну из самых контринтуитивных и в то же время эффективных научных теорий — квантовую механику. Поэтому, прежде чем переходить, собственно, к возможной разгадке, нужно познакомиться (вкратце, я обещаю!) с некоторыми положениями этой теории, которая обычно применяется только для описания поведения «обитателей» атомного и субатомного мира. К услугам интересующихся читателей — множество прекрасных научно-популярных книг, где эта тема освещается более глубоко и подробно (в том числе недавние работы о роли квантовой механики в биологии Джима Аль-Халили и мои). Квантовая механика знаменита своей парадоксальностью. Частица может находиться одновременно в двух или более состояниях (так



называемая суперпозиция), необъяснимым образом иметь связь с другими, удаленными частицами (квантовая запутанность), без проблем проходить через непроницаемые барьеры (квантовое туннелирование). В настоящее время делается очень многое, чтобы научиться пользоваться этими уникальными возможностями и создать на их основе новые технологии, например квантовый компьютер.

Смысл квантового компьютера в том, что он позволяет решать очень сложные задачи при помощи малого числа частиц. Эквивалентом обычного бита в нем является квантовый бит, или кубит, использующий упомянутую суперпозицию — способность частицы в один момент времени находиться в двух состояниях, иметь две разные энергии или даже два разных спина. Составление строки кубитов в квантовом компьютере дает нам абсолютный параллельный процессор, способный быть одновременно во всех комбинациях состояний 0 и 1.

Какое отношение это имеет к биологии и первому репликатору? В настоящее время наибольшей поддержкой ученых в качестве решения проблемы зарождения жизни является гипотеза РНК-мира. Согласно этому сценарию, живые клетки происходят от более ранней и простой фазы химической эволюции. Первый репликатор не являлся клеткой — это была самовоспроизводящаяся химическая молекула. Она могла напоминать базовую версию биомолекулы, которая, как мы теперь знаем, играет исключительно важную роль в живой клетке, — РНК. Хотя синтезировать такую реплицирующуюся молекулу до сих пор никому не удалось, в большинстве своем это относительно простые структуры, представляющие собой последовательность примерно из сотни химических блоков, так называемых оснований.

Итак, представим себе уникальную молекулу из 100 оснований, обладающую фантастическим свойством — способностью к самокопированию в подходящем по составу первичном бульоне, причем «подходящий» означает «содержа-

щий все необходимые химические ингредиенты». Теперь будущей жизни предстоит решить гораздо менее сложную проблему, чем построение самокопирующейся клетки. Достаточно сконструировать реплицирующуюся протомолекулу, а дальше естественный отбор разгонит на ее основе эволюцию более сложных форм жизни.

Молекула РНК устроена гораздо проще целой клетки, что облегчает математическое моделирование. Каждая цепочка РНК состоит из четырех видов азотистых оснований, которые могут соединяться друг с другом в любых комбинациях. И каждое из четырех оснований может находиться в молекуле в любой из 100 позиций, что дает  $4^{100}$  возможных структур. Это чудовищно много — это единица с *шестьюдесятью* нулями, так что в любом первичном пруду может быть лишь крохотная часть всех возможных РНК-последовательностей, и вероятность того, что среди них окажется тот самый проторепликатор, крайне мала. Жизнь все так же «тяжела на подъем».

Чтобы понять, как могла бы справиться с этой проблемой квантовая механика, представим каждую возможную молекулярную цепочку оснований как последовательность нулей и единиц — или как серию бросков монеты, при каждом из которых может выпасть орел или решка. Искомая протомолекула-репликатор — это уникальная последовательность орлов и решек в серии. Теперь запишем первичную цепочку кубитами, а не битами. Это проще, чем кажется, поскольку кодирующая способность такой молекулы обеспечивается определенным типом химической связи — водородной связью, которая, в сущности, представляет собой протон, соединяющий два атома. Как заметил больше 50 лет назад физик Пер Олов Левдин, генетический код ДНК или РНК в таком случае представляет квантовый код позиций протона. Самое главное, протоны, как и другие квантовые частицы, могут туннелировать (как вы помните, это одно из удивительных свойств квантового мира, позво-



ляющее частицам проникать через непреодолимые, в понимании классической физики, барьеры) из одной кодовой позиции (нуль, орел) в другую (единица, решка).

Попробуем использовать эту схему для решения проблемы зарождения жизни. Представим протогенетический материал в виде последовательности кубитов, а не битов, покидая, таким образом, область сложного поиска химических соединений и переходя к задаче, решаемой с помощью квантовых вычислений. Вспомним, что каждая цепь кубитов, соответствующая отдельной молекуле, может существовать в виде квантовой суперпозиции всех возможных конфигураций. Очень малый компонент этой громадной квантовой суперпозиции и будет той особой молекулой — искомым репликатором. Так что он обязательно встретится даже в крохотном первичном прудике — если, конечно, это квантовый пруд.

Разумеется, квантовое состояние очень неустойчиво и быстро сводится лишь к одной определенной конфигурации, которая почти гарантированно не имеет правильной последовательности молекул, чтобы самореплицироваться. Казалось бы, мы ничего не выигрываем по сравнению с классическим представлением о случайном переборе возникающих и распадающихся молекулярных структур. Но все дело в том, что проба очередной конфигурации без участия квантовой механики всякий раз задействует чрезвычайно медленный процесс разрушения и перестройки молекулярных связей. Напротив, после коллапса квантового состояния молекулы каждый ее протон практически сразу готов к очередному туннелированию в суперпозицию обеих позиций и восстановлению исходной квантовой суперпозиции всех возможных кодирующих структур. Квантовая прото-молекула-репликатор способна повторять поиск механизма создания собственных копий в квантовом мире непрерывно и невероятно быстро.

Итак, пока система может вернуться в квантовый мир, обретение и разрушение состояния квантовой суперпо-

зиции является процессом обратимым и намного более быстрым, чем классический процесс образования и разрушения химических связей.

Непрерывную квантовую орлянку прерывает одно событие. Как только квантовая реплицирующаяся протомолекула коллапсирует в то самое — редчайшее — требуемое состояние, она начинает делать свои копии — и это необратимо переводит всю систему из квантового в классический мир. Это тонкий момент: в терминологии отца квантовой механики Нильса Бора — «необратимый акт амплификации». Создав свою копию, квантовая монета навсегда лишается возможности восстановить исходное состояние, и первая автокопия возникает уже в классическом мире.

Таким образом, благодаря квантовой механике немислимо трудный поиск протомолекулы-репликатора становится несравненно более эффективным, чем в рамках классической химии. Чтобы сработал квантовый сценарий, первичная биомолекула — искомый проторепликатор — должна обладать способностью исследовать великое множество различных структур посредством квантового туннелирования своих частиц в разные позиции. Знаем ли мы молекулу, владеющую этим умением? Да, знаем! Это биомолекулы живых клеток, электроны и протоны которых до сих пор отличаются относительно слабой связью, что и позволяет им туннелировать в различные позиции. Как я уже говорил, протоны ДНК и РНК также способны туннелировать. Следовательно, первичный репликатор должен был напояминать молекулу РНК, собранную в нежесткую конструкцию водородными связями и слабыми электронными связями, позволяющими частицам вольно перемещаться по всей структуре и формировать суперпозицию триллионов возможных конфигураций.

Разумеется, и этот сценарий сопряжен со многими трудностями. Но, как уже было отмечено, большие трудности испытывают любые попытки раскрыть тайну проис-



хождения жизни. Зато квантовая теория способна объяснить, каким образом жизнь могла развиться на Земле так быстро. И если квантовая механика действительно отвечает на вопрос, откуда взялся первый земной репликатор, тогда нет причин считать, что она не могла бы сыграть такую же роль на других планетах. Конечно, в инопланетных мирах могут быть другие условия — в плане атмосферы, химического состава океанов, геологических циклов и т. д. Но возникновение самокопирования — универсальное правило, которое в иных мирах могло породить уникальные решения в соответствии с местными условиями и ресурсами. Способность квантовой механики одновременно опробовать множество вариантов решения в принципе решает проблему создания репликатора в любом мире. Инопланетная жизнь, одной ногой стоящая в квантовом мире, действительно может оказаться нормой во Вселенной.

# Космический императив: легко ли жизни начаться?

Пол К. У. Дэвис

За минувшее десятилетие астрономы открыли много планет вне Солнечной системы. По некоторым оценкам, только в нашей Галактике может быть миллиард землеподобных планет. В связи с этим широко распространилось убеждение, что жизнь обязательно должна быть повсеместной во Вселенной, где так много подходящих мест обитаний, а разумная жизнь — явление пусть не столь частое, но вполне обычное. Однако из одного того, что планета пригодна для обитания, еще не следует, что она обитаема. Чтобы на землеподобной планете возникла жизнь, на ней должны пройти все необходимые этапы физического и химического развития. Однако мы не знаем, что это за этапы, поэтому просто не можем установить, сколько потенциально обитаемых планет действительно населены: невозможно рассчитать вероятность неизвестного процесса. Тем не менее отсутствие знаний не помешало многим выдающимся ученым бездоказательно утверждать, что жизнь возникает едва ли не сама собой в условиях, подобных земным. Почему они так оптимистичны?

Начнем с небольшого экскурса в историю. Взгляды на этот предмет 50 лет назад сильно отличались от современных. Большинство биологов считало, что жизнь на Зем-



ле зародилась вследствие случайной химической реакции, предполагавшей последовательность столь маловероятных событий, что они едва ли могли повториться в любой другой точке наблюдаемой Вселенной. Пессимистические ожидания подытожил в своей знаменитой книге «Случайность и необходимость» (Chance and Necessity, 1971) нобелевский лауреат биолог Жак Моно, утверждавший, что «Вселенная не была чревата жизнью», следовательно, «человек наконец узнал, что одинок во Вселенной». Джордж Симпсон, один из великих неodarвинистов послевоенных лет, уничижительно отозвался о SETI — проекте поиска разумной жизни за пределами Земли — как об «игре с самыми безнадёжными ставками в истории». Моно и Симпсон строили свои пессимистические выводы на том, что механизмы жизни ошеломляюще сложны и невероятно, чтобы случайная химическая реакция могла произойти более одного раза. Им вторил Фрэнсис Крик, соавтор открытия двойной спирали ДНК, написавший в 1981 г. в книге «Жизнь как она есть: Ее происхождение и природа» (Life Itself: Its Origin and Nature): «Возникновение жизни представляется... практически чудом, настолько много условий должно быть выполнено, чтобы это случилось». Фактически уже в 1960–1970-е гг. ученый, заявивший о возможности существования внеземной жизни любого рода, не говоря уже о разумной жизни, совершил бы профессиональное самоубийство. С тем же успехом можно было признаться, что веришь в фей. Однако в 1990-х гг. начался крен в другую сторону. К тому времени нобелевский лауреат, биолог Кристиан де Дюв был настолько уверен, что жизнь с легкостью появляется везде, где сложились подходящие условия, что назвал ее «космическим императивом». Эта точка зрения стала господствующей: жизнь есть космический императив, и Вселенная полна ею.

Ныне особенно распространены два аргумента в поддержку повсеместной распространенности живой материи: (1) Вселенная настолько велика, что где-нибудь жизнь долж-

на возникнуть, (2) жизнь должна появляться легко и быстро, поскольку на Земле именно так и случилось. И оба аргумента неубедительны. Позвольте вам это доказать.

## Обманчивое «раз, и готово!»

Карл Саган, долгое время возглавлявший поиск внеземной жизни, однажды написал: «Возникновение жизни должно быть чрезвычайно вероятным событием; как только условия позволяют — раз, и готово!» Бесспорный факт: ее стремительное появление на Земле согласуется с гипотезой «высоковероятного генезиса», согласно которой в условиях, близких к земным, жизнь возникает легко и просто. Менее очевидно, но, безусловно, справедливо утверждение, что быстрое возникновение жизни в равной мере может свидетельствовать о крайне низкой ее вероятности, на что указал специалист по космологии Брэндон Картер больше 30 лет назад. Картер утверждал, что у любой землеподобной планеты на протяжении существования родительской звезды имеется ограниченное во времени «окно обитаемости», в течение которого жизнь имеет шанс возникнуть и развиваться до уровня разумной. На Земле это окно просуществовало около 4 млрд лет: открывшись примерно 3,8 млрд лет назад (когда стала стихать мощная бомбардировка планеты астероидами), оно сохранится еще около 800 млн лет (когда Солнце станет настолько горячим, что превратит Землю в стерильный каменный шар). И если бы жизнь в целом не поторопилась, то разумная жизнь (конкретно человечество) не имела бы времени развиваться до закрытия окна обитаемости Земли и нас бы попросту не существовало. Насколько это было вероятно — другой вопрос.

Далее Картер рассуждал следующим образом. Не удивительное ли совпадение, что время, понадобившееся жизни на Земле для того, чтобы появиться и эволюционировать до появления «разумных наблюдателей» (нас с вами),



составляет примерно те несколько миллиардов лет, когда Солнце дает ей такую возможность? Нет ни одной причины, обеспечивающей такое совпадение, поскольку две временные шкалы (эволюции, с одной стороны, и взаимодействия факторов ядерного синтеза и силы гравитации звезды, определяющего срок ее существования, — с другой) никак друг с другом не связаны. Из этого «случайного совпадения» могут следовать альтернативы: либо среднее время возникновения сложной жизни в любой точке Вселенной в норме намного короче времени жизни звезды (в этом случае инопланетные цивилизации должны быть обыденностью), либо это время намного длиннее, а значит, нам очень повезло и инопланетная жизнь — большая редкость.

Картер строит взвешенную цепь рассуждений на основе неочевидной для многих идеи, что наша статистическая выборка (база любых наших сравнений и выводов) крайне ограничена. В ней находится одна-единственная цивилизация, земная, — другой мы не знаем — и это обстоятельство важно учитывать. Первый факт, который отмечает Картер: жизнь на Земле возникла очень быстро с открытием окна возможности обитаемости. Затем потребовался целый ряд других, крайне маловероятных, совпадений, чтобы жизнь достигла стадии разумности (например, появление двуполости, многоклеточности и эволюция центральной нервной системы представляются редкими случайностями). Следовательно, практически невероятно, чтобы разумная жизнь на Земле могла сформироваться сколько-нибудь быстрее, чем это имело место. Просто не просматриваются этапы, где она могла бы существенно сэкономить время и сократить отрезок примерно в 3,5 млрд лет, пролеглий между первой биомолекулой и нами.

Не совсем очевидный вывод из этих рассуждений состоит в том, что быстрое появление жизни на Земле в статистическом отношении полностью согласуется с крайне малой вероятностью перехода от неживой материи к живой. Это

случайность, которая, при прочих равных, в среднем потребовала бы намного больше времени, чем открыто окно возможной обитаемости. В таком случае жизнь во Вселенной должна быть немыслимой редкостью. Таким образом, можно с уверенностью утверждать, что из стремительного возникновения земной жизни может в равной мере вытекать как легкость и естественность, так и чрезвычайная сложность зарождения жизни вообще. Выборка, содержащая всего лишь один пример, не позволяет выбрать одну из этих альтернатив.

## Достаточно ли велика Вселенная?

В недавнем телевизионном интервью знаменитый космолог Стивен Хокинг сказал: «Для моего математического ума одних только чисел достаточно, чтобы признавать мысль о существовании инопланетян совершенно обоснованной». Хокинг, в сущности, привел популярный аргумент, что гигантские размеры Вселенной сами по себе гарантируют тот факт, что мы в ней не одиноки. Это утверждение не является ложным, но нуждается в уточнении. Очевидно, что в бесконечной (и однородной) Вселенной любое возможное событие, пусть даже самое маловероятное, обязательно произойдет. (Оно обязательно случится в каком-нибудь месте, фактически же может произойти в бесконечном множестве мест.) Это относится не только ко второй попытке «выбросить кости» жизни, но и к еще менее вероятным событиям, таким как существование дубля автора этой главы, дублей Шекспира и его пьес, точных копий планеты Земля со всем ее населением и т. д. Интерес представляет не безусловность существования жизни где-нибудь во Вселенной, а плотность ее распределения. Каковы шансы, к примеру, что среди 400 млрд звезд нашей Галактики имеется хотя бы еще одна обитаемая планета? Вот что мы хотели бы знать.



Поскольку 400 млрд — это чудовищно много, шансы на возникновение жизни представляются высокими. Однако человеческая интуиция в этом вопросе бессильна. Допустим, чтобы появилась жизнь, должна произойти определенная последовательность из 10 критически важных и весьма строго определенных химических реакций (причем 10 — заведомо заниженная оценка), каждая из которых может состояться в окне обитаемости с вероятностью, скажем, 1 из 100. Тогда общая вероятность выполнения всех 10 шагов составит один из  $10^{20}$ , или один шанс из ста миллиардов миллиардов. Шансы же, что в Млечном Пути имеется вторая обитаемая планета, оказываются пренебрежимо малыми — намного меньше одного на миллиард.

Мои возражения против теорий «жизнь — раз, и готово» и «большой вселенной» опираются на общее положение: этапные переходы от неживой материи к живой — это случайные процессы со строго определенными вероятностями. Возможно, это положение неверно. Возможно, некий закон или принцип жизни отформовал молекулярные «игральные кости» особым образом, благоприятствующим образованию именно таких молекулярных структур, в которых нуждается жизнь. Идея о том, что природа предрасположена к жизни, что жизнь «встроена» в законы физики и химии, — так называемый биологический детерминизм — завоевала большую популярность, хотя и осталась туманной, и послужила фундаментом для «космического императива» де Дюва. Чем ее можно подкрепить? В законах физики не просматривается ничего такого, что выделяло бы именно «жизнь» в качестве предпочтительного состояния или цели. Законы физики (и химии) в этом отношении слепы — это универсальные законы, никак не выделяющие биологические состояния материи в противоположность не биологическим. Это не означает отсутствия в природе «принципа жизни», но, если данный принцип существует, его еще предстоит открыть. Может быть, он таится в области

теории сложности, в информационной теории или в свойствах самоорганизующихся систем, однако до сих пор мы не располагаем доказательствами его наличия.

Как же нам проверить бесспорно очень привлекательную идею космического императива? Один из очевидных путей — наблюдение. Если зарождение жизни — вероятное событие и жизнь распространена повсеместно, мы сможем найти второй ее пример. Вот только где? Первый выбор для многих — Марс, планета, являющаяся или когда-то являвшаяся в определенной мере «землеподобной». К сожалению, здесь возникает трудность. Земля и Марс обмениваются осколками каменных пород, которые выбивают с поверхности мощные удары астероидов и комет. Соответственно, они могут обмениваться и микроорганизмами, присутствующими в этих осколках, что исключает чистоту наблюдений. В любом случае марсианская миссия с доставкой образцов на Землю — дело дорогостоящее, сложное и едва ли возможное в ближайшие десятилетия.

Проще поискать второй генезис прямо на Земле. Нет более землеподобной планеты, чем Земля, и если жизнь с легкостью возникает в условиях, близких к земным, она определенно должна была бы многократно сформироваться на нашей планете. Откуда нам известно, что это не так? Согласно официально принятой теории, вся жизнь на Земле происходит от общего источника, который принято, вслед за Дарвином, изображать в виде древовидной структуры. Имеются убедительные свидетельства того, что все формы жизни, изученные на данный момент, тесно связаны друг с другом. Это организмы, использующие универсальный генетический код, хранящие информацию в последовательностях нуклеиновых кислот и обеспечивающие строительные и ферментативные функции с помощью белков. Белки в обязательном порядке синтезируются рибосомами. Невероятно, чтобы столько специфических черт сформировалось независимо из разных источников. Они определенно



имелись у общего предкового организма (его часто обозначают аббревиатурой LUCA) и возникли в результате случайных событий, но их развитие приостановилось, о чем говорит «теория замороженного случая». Даже так называемые экстремофилы — микроорганизмы, процветающие в условиях, летальных для большинства известных нам живых видов, — обладают теми же самыми биохимическими особенностями и имеют много общих генов с менее экзотическими организмами. Все известные экстремофилы имеют свое место на том же самом древе жизни, что вы и я.

Тем не менее огромное большинство земных видов составляют микробы, и биологи делают лишь первые шаги в изучении этого неведомого мира. Основная часть микроорганизмов пока не была получена в искусственных условиях и описана, не говоря уже о расшифровке их генетического кода. В настоящее время мы попросту не знаем, что они из себя представляют. Невозможно сказать, является ли микроб разновидностью бактерии или новым организмом с совершенно другими внутренней структурой и биохимией. Чтобы дать полноценное определение, что такое микроорганизм, нужно разобраться в его биохимических процессах. Таким образом, существует реальная возможность того, что некоторые из миллиардов микроорганизмов, находящихся, скажем, в образце почвы или морской воды, являются представителями неизвестной нам жизни — «иной жизни» или «жизни-2». И даже если все микробы в пробах, взятых на данный момент, относятся к стандартной жизни, возможны еще не обследованные ниши, недоступные даже самым выносливым экстремофилам. Такие ниши могут быть населены «иными» микроорганизмами.

Астробиологи много размышляют о жизни на других планетах, тогда как возможность существования иной (нестандартной) жизни на Земле привлекает гораздо меньше внимания. Поиск земных форм иной жизни ведется по двум направлениям. Первое исходит из принципа раз-

межевания экологических ниш. Жизнь-1 и жизнь-2 должны населять непересекающиеся области или вписываться в разные интервалы по таким параметрам, как температура, давление и т. д. Например, у гипертермофилов температурный рекорд на данный момент составляет 122 °С. Если в зоне глубоководных вулканов будет обнаружена микробиотическая жизнь при температуре, скажем, 160–180 °С, то она станет кандидатом на звание альтернативной жизни в силу наблюдаемого разрыва интервала температур. Это относится и к возможным обитателям областей с мощным ультрафиолетовым облучением, например верхних слоев атмосферы и высокогорных плато, исключительно холодных (Антарктика, горные вершины), сухих (пустыня Атакама), засоленных, защелоченных или закисленных, сильно загрязненных зон добычи ископаемых и участков с высоким уровнем радиации, в частности урановых месторождений и хранилищ ядерных отходов.

Намного сложнее установить, могут ли «иные» микроорганизмы делить места обитания с «нормальной» жизнью, особенно в условиях малой плотности. Здесь возможны два подхода. Во-первых, можно сконструировать простейший фильтр, прерывающий или хотя бы тормозящий метаболизм стандартной жизни в расчете на то, что иная жизнь от него не пострадает. Тогда она постепенно начнет доминировать. К примеру, таким фильтром мог бы стать гипотетический полимер, связывающийся с той или иной универсальной характеристикой всей известной нам живой материи. Если добавить к такому полимеру металлические наночастицы, а затем облучить систему лазером или микроволнами, стандартные клетки погибнут, а «иные» останутся неповрежденными.

Во-вторых, можно, основываясь на научных данных, строить предположения о характере иной жизни. Специалисты по синтетической биологии, пытающиеся создать в лаборатории новые формы жизни, привыкли представлять себе аль-



тернативные способы существования организмов. Но проблема поиска жизни, какой мы ее не знаем, заключается в том, что мы не представляем, что именно нужно искать. Никакие общие признаки жизни, скажем углеродный цикл или хиральная специфичность, в этом случае не подходят, поскольку их демонстрирует и стандартная живая материя. Но если мы постулируем, что иная жизнь может использовать специфическую молекулу, например аминокислоту, не свойственную стандартной жизни, то можно будет создать методы обнаружения этой молекулы.

Ярким примером является хиральная особенность. Нормальная жизнь использует только левосторонние аминокислоты и правосторонние сахара. Однако для законов физики хирального своеобразия органических молекул (выбора строго определенной формы из двух зеркальных форм молекулы) не существует, и второй генезис вполне может породить жизнь с противоположной хиральностью, т. е. на основе правосторонних аминокислот и /или левосторонних сахаров. Культурная среда из «зеркальных молекул» оказалась бы непригодной для питания нормальных микроорганизмов, но питательной для «зеркальной» жизни.

Если бы удалось доказать, что жизнь на Земле зародилась не единожды, это означало бы, что в условиях, подобных земным, жизнь возникает легко и быстро и, следовательно, очень велика вероятность ее появления и на других землеподобных планетах. Чрезвычайно маловероятно, чтобы жизнь дважды зародилась на Земле и ни разу — на всем множестве похожих на Землю планет. С другой стороны, если иная жизнь окажется всего лишь чрезвычайно видоизменившимся побегом общего древа жизни, мы не сможем сделать этот знаменательный вывод.

Трудно представить открытие, более значимое для астробиологии, чем обнаружение на Земле теневой биосферы, состоящей из других форм жизни, которые восходят к иному источнику. Очевидно, существование такой биосфе-

ры — крайне смелое предположение, но нынешний уровень научных знаний вполне его допускает. Если на Земле есть или когда-то была теневая биосфера, то очень велики шансы, что жизнь возникла на многих землеподобных планетах повсюду во Вселенной, как ныне предполагают, не имея возможности подтвердить свою догадку, многие астробиологи. В таком случае жизнь следовало бы считать явлением поистине космического масштаба, поскольку землеподобные планеты, судя по всему, типичны.

Подобный сдвиг научной парадигмы имел бы колоссальные последствия философского характера. Пока нам известен единственный образчик жизни, можно утверждать, что живая материя есть случайное локальное отклонение, следствие столь невероятного происшествия в мире химических реакций, что нигде более в наблюдаемой Вселенной оно повториться не могло. Пусть для каждого человека его личная жизнь исполнена высшего смысла, жизнь в целом представлялась бы не более чем ничего не значащей совокупностью маргинальных физических систем, запертой в исчезающе малом кусочке космического пространства. Наоборот, если жизнь является «космическим императивом» и возникает, по существу, автоматически в бесчисленных местах, это означало бы, что физические законы Вселенной объективно благоприятствуют жизни. Следовательно, сама жизнь, а возможно, и разум имеют вселенское значение, являясь фундаментальным космическим явлением, а не случайным сбоем. Это значило бы, что Вселенная — действительно наш родной дом.





# Одни во Вселенной: невозможность инопланетных цивилизаций

Мэтью Кобб

Физик Энрико Ферми, задав в 1950 г. знаменитый вопрос: «Ну и где они в таком случае?», обозначил фундаментальную проблему поиска инопланетной жизни. Только в нашей Галактике миллиарды планет, и, если хотя бы малая их часть похожа на Землю, на них могла зародиться жизнь. Однако у нас нет ни единого свидетельства существования жизни где бы то ни было. Небеса остаются безмолвными, космос не кишит фантастическими инопланетными кораблями, и те немногие места, где побывали наши роботы, оказались бесплодными.

Фундаментальная проблема при попытках оценить вероятность существования другой жизни во Вселенной заключается в том, что нам известна жизнь только одного типа — наша собственная. По замечанию Фрэнсиса Крика, жизнь, как мы ее знаем, предполагает поток материи, поток энергии и поток информации. Мы в состоянии вообразить формы жизни, отвечающие этому определению, но очень сильно отличающиеся от нашей, например: неклеточные формы на основе плазмы, гигантские одноклеточные организмы или даже жизнь, протекающую в двух измерени-



ях либо во Вселенной, параллельной нашей. Поскольку мы не наблюдаем следов ничего такого, что было бы по силам нашему воображению, возможно, справедливо предупреждение специалиста по эволюционной генетике Дж. Б. С. Халдейна: «Вселенная не только причудливее, чем нам представляется, но и чем мы способны себе представить».

Инопланетная жизнь, даже самая удивительная, должна удовлетворять законам физики. Благодаря этому мы смогли бы заметить знакомые нам формы жизни. Если бы в морях Энцелада (или в любых других резервуарах жидкости где угодно во Вселенной) водились быстрые и крупные хищники, то своими очертаниями они бы напоминали акулу или кальмара. Эти существа имеют сходную форму благодаря похожей эволюции: физика движения в слое жидкости требует, чтобы тело стремительно движущегося живого организма было обтекаемым. Это, конечно, не означает, что все особенности земной жизни должны повторяться везде и всюду.

В первом варианте своего уравнения Фрэнк Дрейк исходил из предположения, что жизнь возникает на всех планетах, способных ее поддерживать, и что на всех обитаемых планетах разовьется разумная жизнь. Реалии жизни на Земле — единственной, которую мы знаем, — убеждают, что столь высокая оценка вероятности этих событий является огромной ошибкой, свидетельствующей о глубоком непонимании процесса эволюции.

Наши уникальные возможности, да и самый факт существования, заставляют нас думать, что эволюция явилась проявлением тенденции к возрастанию разумности и что в бесконечном космосе эта закономерность должна повторяться в других мирах. Все это заблуждения. Эволюция не имеет направленности, и возникновение человека как разумного вида, осваивающего космическое пространство, ничем не было предопределено. Все важные эволюционные изменения становились ответом на ухудшение условий обитания,

т. е. на безусловные и непредсказуемые события. Эти события перекраивали экосистему и создавали основу для очередного эволюционного скачка, например появления многоклеточных организмов, однако сами являлись в огромной мере случайными. Не будь этих случайностей, земная жизнь на данный момент была бы совсем иной.

Изучение ключевых моментов истории жизни на Земле — единственной, о которой мы что-то знаем, — заставляет сделать вывод о том, что парадокс Ферми, по всей видимости, исходит из ложной предпосылки. Инопланетных цивилизаций не существует.

## Абиогенез

События, ведущие к абиогенезу, — возникновению живой материи из неживых компонентов — неизвестны. Ученые расходятся во взглядах на его наиболее вероятный сценарий. Экспериментальные данные, возможно, со временем подтвердят одну из конкурирующих гипотез, но до этого еще далеко. Судя по всему, жизнь на Земле возникла практически сразу, как только условия стали подходящими. Всего через несколько сот миллионов лет после своего формирования Земля стала местом обитания организмов, явившихся предками всех ныне известных форм жизни. Это может означать относительную легкость абиогенеза, но такое заключение не основано на логике. Поскольку мы не знаем условий, ведущих к абиогенезу, то не можем и рассчитать вероятность повсеместного протекания этого процесса. Если окажется, что эти условия чрезвычайно специфичны и маловероятны, то, несмотря на огромное число потенциально пригодных для обитания планет, жизнь на нашей планете может оказаться единственной, реально существующей.

В случае, если абиогенез не вызывает затруднений, мы должны объяснить отсутствие признаков того, что на Зем-



ле он случился более одного раза. Мы знаем, в силу сходства ДНК, что вся существующая жизнь имеет общего предка, а иные формы жизни обнаружены не были. Дарвин объяснял эту загадку тем, что любая возникающая форма жизни попросту съедалась, не успев закрепиться. Этот ответ можно было бы считать лучшим из возможных, если бы не тот факт, что жизнь имела не менее 3,8 млрд лет на второй старт, однако, судя по всему, ими не воспользовалась. Абиогенез, возможно, произошел только один раз 3,8 млрд лет назад, потому что он крайне маловероятен.

Даже если считать абиогенез относительно обычным явлением, из этого практически неизбежно вытекает, что мы живем во Вселенной бактериальной слизи, населенной в лучшем случае биопленками одноклеточных организмов на поверхности экзопланет. Чтобы зародившаяся жизнь развилась, как на Земле, в разумный вид, шагнувший в космос, должны быть выполнены четыре условия — появление клетки-эукариота (см. далее), многоклеточного организма, сознания и цивилизации. Все четыре исключительно маловероятны и очевидно непредсказуемы. Они никоим образом не вытекают из факта существования жизни. Умножение числа невероятных событий заставляет сделать вывод, что мы действительно можем быть одни во Вселенной!

## Эукариогенез

Все сложные многоклеточные организмы на Земле являются эукариотами. Это означает, что они состоят из сложных клеточных структур, включающих ядро, где содержатся хромосомы, органеллы, служащие для синтеза белков, а главное, митохондрии — маленькие органоиды, вырабатывающие энергию, благодаря которым эукариотические клетки могут быть до миллиона раз крупнее клеток, лишенных митохондрий, а также имеют возможность объединяться в многоклеточные организмы. Можно предста-

вить инопланетные формы жизни без митохондрий — так устроены триллионы земных микробов, — но чтобы перерасти микроскопические размеры, эта жизнь должна была научиться каким-то образом вырабатывать огромное количество энергии для питания крупных органических структур. Поразительно, что дарвиновская эволюция не способна найти решение этой проблемы, о чем свидетельствует земная жизнь: почти 4 млрд лет естественного отбора оказались в этом отношении бесполезны.

То, что произошло на Земле, — так называемый эукариогенез — представляло собой не цепочку случайных мутаций и последующей сортировки наследуемых черт различной полезности (что и составляет сущность естественного отбора). По всей видимости, это было единичное событие ошеломляюще малой вероятности, поскольку в нем участвовали две формы жизни, взаимодействующие самым необычным образом.

Анализ ДНК показывает, что это произошло единственный раз в истории нашей планеты — одним прекрасным погожим деньком где-то в океане примерно 2 млрд лет назад. До этого момента все население Земли составляли крохотные микробы, не имеющие ни ядра, ни митохондрий. Все изменилось, когда внутрь одного одноклеточного организма — археобактерии, или археи, — попал другой, эубактерия. Вероятно, благодаря объединению процессов метаболизма эти два очень разных организма получили преимущество в виде возможности осваивать новые источники пищи. Поначалу отношения казались равноправными, но на деле эубактерия была обречена: через миллионы лет и миллиарды циклов одноклеточной репликации она уступила многие свои гены организму-хозяину и стала рабыней, молекулярной электростанцией — митохондрионом, — которая производит энергию путем химических реакций и используется новой эукариотической клеткой. Получив этот небывалый источник энергии, новорожденная эукариотическая форма



жизни начала процветать, и лишь тогда мало-помалу к делу подключился естественный отбор.

Чтобы оценить принципиальную вероятность появления эукариот, никаких нулей не хватит. Судите сами. На данный момент на Земле обитает больше одноклеточных организмов, чем имеется землеподобных планет в наблюдаемой Вселенной. Общее число одноклеточных, живших на нашей планете за последние 3,8 млрд лет, неисчислимо, а количество их взаимодействий еще больше. Но только одно из всей этой ошеломляющей прорвы взаимодействий породило немыслимый гибрид, в котором один из партнеров постепенно стал сначала пораженным в правах симбионтом и в конечном счете органоидом, снабжающим энергией более крупный организм.

Этот немыслимый гибрид был нашим предком, и его возникновение — а следовательно, и наше — было совершенно невероятным. Насколько нам известно, ни до, ни после такого не происходило. Это настолько редкое и случайное событие, что нельзя быть уверенным, что оно повторилось на любой другой планете в истории Вселенной.

Возможно, это слишком пессимистичный взгляд. В конце концов, около миллиарда лет назад на Земле произошло нечто сопоставимое, приведшее к новому симбиозу. Эубактерия, научившаяся добывать энергию из солнечного света, попала внутрь эукариота со всеми его митохондриями. Как и эукариогенез, это событие случилось лишь единожды за весь огромный срок существования жизни и привело к появлению водорослей, а затем и растений, в которых маленькие органоиды — хлоропласты — потомки эубактерии, превращают свет в энергию в интересах хозяина-эукариота. Второй случай удивительного симбиоза, перетекшего в гибридизацию, по меньшей мере удваивает вероятность подобного события, но она все равно остается пренебрежимо малой. Инопланетная жизнь должна иметь такой же набор организмов с аналогичным характером развития,

чтобы это событие в принципе могло произойти. Таким образом, практически нереально, чтобы типы организмов, известные нам на примере Земли, могли бы иметь аналоги где-либо в космосе.

Любая крупная инопланетная жизнь должна обладать определенным механизмом транспортировки материи, энергии и информации из окружающей среды внутрь собственного организма. На Земле жизнь, не имеющая митохондрий, ограничена микроскопическими размерами в силу физических пределов этой транспортировки в отсутствие дополнительного мощного источника энергии. Обладание вырабатывающими энергию митохондриями сначала позволило эукариотическим одноклеточным дорасти до крупных размеров, а затем развиться в многоклеточные организмы. Но если бы не удачное стечение обстоятельств — обретение симбионта, способного вырабатывать необходимую энергию, которого впоследствии удалось полностью поглотить, — жизнь на Земле не задержалась бы. Если инопланетяне и существуют, то, скорее всего, на булавочной головке хватит места сотням тысяч из них.



## Многоклеточность

Происхождение всех многоклеточных форм жизни, столь хорошо нам знакомых, можно проследить вплоть до единственного события, создавшего эукариот, из чего, однако, не следует, что жизнь обязательно должна была стать многоклеточной. После эукариогенеза прошло значительно больше миллиарда лет, а жизнь оставалась исключительно одноклеточной. Более того, большинство линий эукариот и поныне являются одноклеточными. Поскольку условия на планете оставались, в сущности, постоянными, изменение не обещало живым организмам никаких преимуществ. Вследствие этого Земля выглядела практически одинаково почти 3 млрд лет: на суше жизнь отсутствовала вовсе,



и, если не считать случайных цветений воды в океанах из-за массового развития водорослей и наростов, образованных частицами песка, увязшими в бактериальных пленках, ничто не подсказало бы пролетающим мимо инопланетянам, что внизу происходит нечто интересное.

К чему все это? К тому, что никакого эволюционного стимула к развитию многоклеточных организмов не существовало. По правде говоря, эволюционных стимулов в принципе не существует, разве что за двумя исключениями — к жизни и к размножению. С течением времени многоклеточность возникла, по оценкам, 25 раз в четырех основных царствах — растений, животных, грибов и бурых водорослей, но, как и в случае абиогенеза, мы не знаем, как, почему и даже когда именно это случилось. Судя по генетическому сходству между животными, некоторые эволюционные линии выделились 700 млн лет назад, а другие многоклеточные формы жизни могли сформироваться и ранее.

Скорее всего, жизнь стала многоклеточной из-за перестройки внешней среды по причине изменений климата или геологических сдвигов, дополнившейся мутациями, постоянно происходившими во время существования исходной линии эукариотических организмов. Возможно, мутации привели к кумулятивным изменениям, которые оказались продуктивными, когда мир изменился. В новом мире более крупные и сложные формы жизни могли выживать и процветать. В процессе своей жизнедеятельности они начали напрямую переделывать окружающую среду, зарываясь в бактериальные пленки на морском дне, взрыхляя субстрат и формируя новые экосистемы. В начале кембрийского периода (542 млн лет назад) изменилась доступность океанских биоминералов — возможно, вследствие таяния покрывших Землю за предшествующий период ледников и сопутствующего повышения уровня кислорода, — и у животных появилась возможность обзавестись раковинами и жесткими экзоскелетами для движения и защиты.

Начинается своего рода эволюционная гонка средств нападения и защиты, видимость прогресса, увенчавшегося развитием чутких органов восприятия и появлением все более быстрых и ловких хищников и их оппонентов — упорной в борьбе за жизнь добычи, собирающейся в стаи и осваивающей коллективные формы защитного поведения. Вступает в действие чудо естественного отбора, и происходит «кембрийский взрыв» — экспоненциальное увеличение разнообразия многоклеточных животных. Это было, однако, не проявление некоего целенаправленного внутреннего движителя жизни, а следствие средовых и генетических изменений и множественной видовой конкуренции. Чтобы добраться до этого момента, понадобилось невообразимое количество невероятных событий, биологических и геологических. Дальнейшее было столь же невероятно.



## Живительные случайности

Даже после того, как суша начала зеленеть, а океаны заполнились удивительными живыми существами, путь от них к нам не был ни гарантированным, ни прямым. Направление эволюции нашей планеты формировали случайные события, порой оставляя всему живому лишь узкую лазейку. Так, в конце пермского периода, примерно 252 млн лет назад, 90% морских видов и 70% наземных вымерли, поскольку серия мощнейших вулканических извержений на тысячелетия изменила климат. Наши предки выжили, но нетрудно представить, что и они могли бы погибнуть при несколько ином развитии событий.

Самое знаменитое массовое вымирание, покончившее с нептичьими динозаврами, было, по крайней мере отчасти, вызвано катастрофическим ударом метеорита 66 млн лет назад. Если бы некоторые элементы динамики небесных тел были самую малость другими, астероид пролетел бы мимо Земли и нас с вами не существовало бы, поскольку дино-



завры не освободили бы экологическую нишу, где размножились наши предки-млекопитающие. Подобные случайные события формировали нашу планету — и неизбежно диктуют направление развития жизни на других планетах, если она существует. Нужно лишь помнить, что «диктовать направление» может, помимо всего прочего, означать «уничтожить».

На альтернативной Земле, где динозавры сохранили господство, невозможен вариант развития какой-либо высококоразвитой рептилии вместо людей. Не существует эволюционной тенденции, делающей животных более умными или сложными. К примеру, использование орудий наблюдается у многих животных, в том числе у некоторых птиц. Возможно, эта поведенческая черта восходит к началу их эволюции, когда будущие птицы были одной из разновидностей динозавров. Но эта впечатляющая способность не вылилась в «планету ворон». Только один вид превратил умение пользоваться орудиями в средство глобального доминирования — человек.

## Сознание и цивилизация

Эволюционная необходимость отсутствует не только для развития сложных многоклеточных организмов, но и для возникновения сознания. Просто череда эволюционных изменений, спровоцированных случайными событиями, приобрела крайне причудливый, сложный, всецело определяемый внешними обстоятельствами характер — и вот я передаю вам свои мысли посредством печатного слова. Этот путь никоим образом не был предопределен.

Ученые не умеют определять, какие животные обладают сознанием. Мы судим об этом по выражению морды и поведению животного, но это неверные свидетельства! Если предположить, что крупные приматы — шимпанзе, орангутанги и гориллы — имеют сознание,

в каком-то смысле подобное нашему, и что им обладал наш общий предок, из этого следует, что сознание существует на нашей планете около 10 млн лет. Добавив другие виды животных, например ряд крупных млекопитающих (китов или слонов), или, скажем, ворон, мы должны будем отодвинуть возникновение сознания еще дальше в прошлое и допустить, что оно, вероятно, появлялось не единожды. Существует, однако, качественная разница между человеческим сознанием и тем, что демонстрируют наши родичи-приматы, не говоря о еще более спорных формах сознания, возможно имеющих у других млекопитающих и даже некоторых птиц. Мы способны говорить, угадывать чужие мысли, воображать ход мысли других людей и лгать. Другие животные на это не способны. Насколько известно, наше сознание, наш способ мышления не имеют аналогов на Земле.



Возникновение в Восточной Африке людей — с глубокой человеческой способностью отчетливого самосознания, сложного абстрактного мышления и выражения мыслей посредством речи — не было неизбежным. Оно стало результатом еще одной цепочки случайностей, вероятно связанных с изменением климата. Анатомически и психологически современные люди возникли самое большее 200 000 лет назад. Следовательно, примерно 99,995% времени существования жизни на Земле инопланетянам не с кем было контактировать. Пилоты летающих тарелок могли бы полюбоваться земными стегозаврами, акулами и слизнями, но, чтобы поделиться своими передовыми технологиями, им пришлось бы перенести свои поиски на другие планеты.

Когда мы появились, ничто не гарантировало нашего выживания. Генетические данные свидетельствуют, что человеческая популяция примерно 80 000 лет назад перенесла катастрофическое сокращение — в какой-то момент на планете осталось около 10 000 особей.



Засуха или болезнь в любой момент могла задуть слабый огонек человеческого разума. Начав понемногу расселяться по земле, попутно развивая язык, осваивая ритуальные пляски, украшая тела татуировками и стены пещер росписями, люди повстречались со своими близкими родичами: неандертальцами, загадочными денисовцами и, возможно, другими популяциями. Мы выжили, они — нет. Но все могло обернуться иначе.

Даже расселившись по планете и увеличившись в численности примерно до миллиона, говорящие обезьяны не приобрели гарантий того, что когда-нибудь освоят космос. Для развития цивилизации нужно было сочетание пригодных для окультуривания растений и благоприятного климата. Впервые мы обрели такие условия на территории Плодородного полумесяца (земли современных Ирака и Сирии), затем в Китае и Центральной Америке, но первые попытки освоить сельское хозяйство легко могли провалиться. Большую часть своего существования люди были охотниками-собираателями и, если бы не возникновение сельского хозяйства, ими бы и остались. И вновь маршрут нашего развития был проложен счастливым случаем при самых призрачных шансах на успех. Разумные инопланетяне должны были бы в такой же мере зависеть от случая, но могли оказаться далеко не столь везучими, как мы.

При некоторой удаче и большой мудрости мы, возможно, сумеем преодолеть экзистенциальные угрозы климатических изменений и ядерного самоуничтожения, будущих природно-очаговых эпидемий и вероятной неэффективности антибиотиков вследствие злоупотребления ими, а наши системы предупреждения космических угроз помогут нам избежать встречи с массивным астероидом (это лишь те бедствия, которые мы можем себе представить, возможны и другие). Если мы с этим справимся, то сможем колонизировать другие миры и разослать тысячи зондов, приглашая инопланетные цивилизации к контакту. В конце концов выйдем

и мы, как любой другой вид. Временное окно, в которое другие цивилизации могли бы обнаружить нас и связаться с нами, скорее всего, чрезвычайно узко. На галактической шкале времени нам отводится совсем маленький интервал. Это относится и к любым гипотетическим инопланетянам. По трагическому стечению обстоятельств мы можем просто разминуться. Не исключено, что мы найдем их зонды, реликты погибшей цивилизации, но пока мы не наблюдаем никаких роботов, кроме своих собственных.

Мы прошли огромный путь, но из этого совершенно не следует ни возможность существования иной способной к космическим полетам цивилизации, ни гарантий того, что человечество достигнет звезд. Кажущаяся неизбежность возникновения человеческой цивилизации — это обман восприятия, вселенская тавтология: мы можем гадать о природе сущего только потому, что существуем. Наше существование не продиктовано никакими высшими силами и не прописано в наших генах. Нам просто невероятно, нереально повезло.



Это не мрачный взгляд на жизнь — всего лишь объективный. Он не означает, что SETI и другие подобные проекты являются пустой тратой времени или что нам не следует изучать Солнечную систему и космос за ее пределами. Из него, однако, следует, что приоритетным для нас должно быть постижение хрупкого чуда жизни на Земле и всемерные усилия по предотвращению дальнейшего разрушения экосистемы. Мы несем ответственность перед триллионами живых существ Земли, существование которых поставили под угрозу. Главной задачей для нас должно стать решение колоссальных проблем, которые мы сами создали.

Я был бы совершенно счастлив, если бы удалось найти на Марсе жизнь внеземного происхождения или поймать межзвездное послание. К сожалению, я не вижу причин на это рассчитывать. Хорошо, если я ошибаюсь!





# В ПОИСКАХ ИНОПЛАНЕТЯН





# «В моем телевизоре чудовище!»

## Пришельцы в кино

Адам Резерфорд



Они почти во всем ошибаются.

Почти во всем.

Киношники больше века внедряют в нашу культуру свои представления об инопланетянах и практически всегда изображают их похожими на нас. В первом кинопутешествии на Луну — картине Жоржа Мельеса «Путешествие на Луну» (*La Voyage dans la Lune*), снятой в 1902 г., — лунные обитатели названы селенитами в честь Селены, греческой богини Луны. Они напоминают членистоногих — луковицеобразные головы, клешни, как у омаров, — но, в сущности, это те же самые люди — двуногие и прямоходящие. В экранизации романа Г. Уэллса «Первые люди на Луне» (*The First Men in the Moon*) 1919 г. также действовали селениты, фактически лунные люди. Увы, копии фильма утрачены. Судя по нескольким уцелевшим фрагментам, некоторые признаки насекомых не избавляли и этих селенитов от подозрительного сходства с Тинки-Винки, обладателем синего туловища и шарообразной головы из идиотской программы для самых маленьких «Телепузики».

Так на столетие вперед был задан стандарт кинематографического инопланетянина — гуманоида, насекомого



или получеловека-полунасекомого. Антропоморфный облик диктовался либо ограниченным бюджетом, либо антропоцентризмом. Ничто так не занимает мысли человека, как он сам, и мы считаем само собой разумеющимся, что пришельцы должны быть похожими на нас. «Звездный путь» (Star Trek) и десятки его эпигонов ограничивались тем, что наклеивали наросты на лица персонажей или красили их в зеленый цвет, чтобы обозначить инопланетное происхождение. Во вселенной «Звездных войн» не встретишь практически никого, кроме всевозможных вариаций человеческого облика. Бюджет едва ли являлся проблемой для Джеймса Кэмерона при съемках «Аватара» (Avatar, 2009), следовательно, его подвела ограниченность воображения: «Пусть они будут выше нас и смахивают на кошек, но чтоб было сексуально. С хвостами. Примитивные, но мудрые. Ах да: сделаем их синими!»

На сегодняшний день мы неплохо представляем себе процесс эволюции. Изобилие окаменелостей, а в последнее время еще и данные генетики создают картину развития жизни на Земле. Очень многое остается неизвестным, но мы немало знаем о своих ближайших предшественниках, о развитии прямохождения и о множестве факторов, сделавших нас такими, каковы мы есть. Глупо воображать, будто в других мирах эволюция создаст идентичный в физическом отношении вид. Доподлинно не известно, почему мы стали прямоходящими, в отличие от практически всех остальных земных животных, но можно предположить, что это была адаптация к ряду сложных условий обитания, прежде всего к переходу биологического вида от лазания по деревьям к жизни в саванне, — адаптация, повысившая эффективность движения. Если жизнь на Земле когда-нибудь начнется с чистого листа, то, при изменении лишь нескольких переменных, «новые люди» уже не будут похожими на нас. Даже такие, казалось бы, косвенные факторы, как наклон земной оси, оказывали определяющее воздействие на эво-

люцию нашего вида. Наклон в  $23^\circ$ , которому мы обязаны чередованием четырех времен года, был вызван ударом каменного небесного тела размером с Марс, отколовшего от новорожденной Земли кусок, из которого сформировалась Луна. Пролети он мимо, и не было бы ни нынешнего угла наклона оси, ни времен года, ни Луны, ни морских приливов. Погодные условия были бы иными, климат по-другому менялся бы со временем, и у нас была бы совершенно другая цепочка эволюционных предшественников. В меловой период на Землю упал астероид 10 км в поперечнике, который создал впадину, ставшую нынешним Мексиканским заливом, и спровоцировал массовое вымирание видов, уничтожившее в том числе динозавров и освободившее нишу для мелких млекопитающих — наших далеких предшественников. Если бы этот астероид был вполтину меньше и стер с лица Земли только половину динозавров, смогли бы возникнуть люди в их нынешнем виде? Почти наверняка — нет. Наша форма существования ничем не predetermined — просто так сложились обстоятельства.

С 1950-х гг. пришельцы часто предстают на экране неотличимыми от людей. Иногда это объясняется низким бюджетом. «План 9 из дальнего космоса» (Wood's Plan 9 From Outer Space, 1959) Эда Вуда — осмеиваемый и в то же время культовый фильм — называют худшей постановкой за всю историю кинематографа. Тут есть все: шаткие декорации, НЛО на веревочках, топорный и нудный сценарий и исполнительский состав, объединивший качков, местечковых знаменитостей и карикатурную вампиршу. Инопланетяне прибывают на Землю со зловещим «Планом 9» и принимаются воскрешать мертвецов, одного из которых играет сам Бела Лугоши. (Который, впрочем, умер через несколько дней после начала съемок и был заменен хиропрактиком Эда Вуда, долговязым и совершенно не похожим на Лугоши, так что ему пришлось прикрывать лицо плащом Дракулы — опять же не тем самым, знаменитым, плащом, поскольку



Лугоши в нем похоронили.) За восемь лет до этого зрители познакомились с Клаату, гуманоидом из киноклассики «День, когда остановилась Земля» (The Day the Earth Stood Still, 1951), призывающим людей атомной эры опомниться, иначе их «обратят в почерневший пепел». В изобилии представлены в кинематографе и высокоразвитые инопланетяне, так называемые «Серые», тщедушные, головастые и глазастые, облик которых демонстрирует, как они нас опередили, развивая мозг в ущерб грубому физическому началу. Судя по всему, они особенно нравились Стивену Спилбергу. В «Ближних контактах третьей степени» (1977) пришельцев играют снятые в контровом свете молодые девушки, изящные и грациозные. Инопланетянин из одноименного фильма 1982 г. скорее зеленый, чем серый (когда не в отключке). Излюбленный режиссером облик, еще более худосочный и яйцеголовый, возвращается в «Искусственном разуме» (AI: Artificial Intelligence, 2001), правда, на сей раз это не пришельцы, а суперсовершенные роботы.

Мы, люди, составляем ничтожно малую часть биологического богатства Земли. Большинство земных организмов — одноклеточные, бактерии или археи, но они, на мой взгляд, слишком малы, чтобы быть киногеничными. (Впрочем, за кадром экранизации «Войны миров» 2005 г. сыграли эпохальную роль самые крохотные создания — вирусы, избавившие человечество от истребления боевыми тренажерами марсиан.) Большинство животных Земли — насекомые. Около 550 млн лет назад у нас с ними были общие предки, и, хотя эти существа очень отличаются от нас, млекопитающих, гены, кодирующие формирование ног и глаз и общее строение тела, у нас во многом одни и те же, да и структура, в сущности, одна: с одной стороны тела — голова с глазами и ртом, с другой — хвост, где-то в промежутке ноги. Тем не менее со времен селенитов насекомые и другие членистоногие неоднократно служили источником вдохновения для создателей инопланетян в таких фильмах,

как «Звездный десант» (Starship Troopers, 1997), «День независимости» (Independence Day, 1996), «Люди в черном» (Men in Black, 1997), «Район № 9» (District 9), «Мгла» (The Mist, 2007), и десятках других.

В 1979 г. мы познакомились с новым насекомоподобным инопланетянином в «Чужом», а в сиквеле 1986 г. «Чужие» встретились с целым роем во главе с задастой Королевой. В первом фильме в костюме ксеноморфа скрывался нигерийский актер Боладжи Бадеджо ростом 218 см — т. е., несмотря на заостренный хвост и прочие странности, перед нами все тот же человек в костюме: сверху — голова и рот (рты), ниже — руки, еще ниже — ноги. В «Чужом-3» паразит заражает собаку, и формирующаяся в результате взрослая особь больше похожа на псовых, чем на гуманоидов. И антропоморфные твари в «Чужом» и «Чужих», и собакообразный монстр из «Чужого-3» отвечают единому замыслу с довольно серьезной научной базой: ксеноморфы являются паразитами, и их поведение достоверно в свете того, что известно о жутковатых привычках земных паразитов.

Бабочки-голубянки (*Phengaris alcon*) выглядят очаровательно, но внешность бывает обманчива — нравы у этих созданий суровые. Бабочки откладывают яйца в цветки луговой горечавки, которыми личинки кормятся, пока не нагуляют вес. Тогда они вываливаются наружу и поджидают муравьев. Гусеница выделяет секрет, из-за которого муравьи принимают ее за собственное потомство, и несчастные обманутые труженики сами затаскивают ее в муравейник, где она пожирает муравьиный расплод. Покинув куколку, готовая выйти в мир бабочка переживает несколько неприятных минут, поскольку ей нужно выбраться из муравейника, обитатели которого внезапно понимают, что это крылатое чудовище не их соплеменник. Однако новорожденная голубянка защищена пластинчатыми чешуйками, за которые муравьям трудно ухватиться, и прокладывает себе путь на волю, сопровождаемая всеобщими проклятиями.



Если подобное приспособленчество вас не оттолкнуло, познакомьтесь с наездником *Ichneumon eumerus*, паразитирующим на бабочках-голубянках! Самка наездника по запаху отыскивает колонии муравьев и проникает в муравейник, где живут личинки бабочки, которых муравьи принимают за свое потомство. Она выбирает самую жирную, прокалывает ее тело острым яйцекладом и впрыскивает единственное яйцо. Гнездо наездник помечает выделениями, предупреждающими других ихневмонов, что место занято. Через 9–10 месяцев, в течение которых муравьи нянчат личинку бабочки, считая, что из нее выйдет муравей, наездник готов покинуть тело хозяина и выделяет вещество, под действием которого обезумевшие муравьи сражаются друг с другом, а наездника не трогают.

Паразитизм совершенно чужд физиологии человека, но широко распространен в природе. В фильмах о Чужих элементы жизненного цикла паразита воссозданы с большой достоверностью: зародыш внедряется в организм хозяйина, созрев, безжалостно вырывается наружу, обрастает броней, линяет. Но попробуйте предложить голливудскому продюсеру реальную историю бабочки-голубянки! Как и многое в природе, она кажется невероятной. Кроме классических фильмов о Чужих (в конце концов их стало четыре) было снято два кошмарных подобию с участием еще одного кинопришельца, Хищника. Лучшим в этих подделках стал слоган фильма «Чужой против Хищника» (*Alien versus Predator*): «Кто бы ни победил — человечество проиграет». Наверное, нечто подобное чувствуют и муравьи.

При работе над фильмом есть опасность чересчур увлечься погоней за научной достоверностью. В целом меня не слишком раздражают отступления от законов физического мира, далекие-предалекие от реальности. Впрочем, один фильм о пришельцах все-таки вызвал во мне злобу, ненависть и страдание — эмоции, которые, как известно любому поклоннику фантастики, влекут нас исключительно на темную сторону.

«Прометей» (Prometheus) настолько ужасен в каждой детали и до того беспомощен в сюжетном отношении, что не выдерживает никакой критики: непродуманная научная составляющая, которая должна была поддержать событийную канву, фактически разрушает ее. Все начинается с появления на вершине холма — предположительно, в Исландии — долгового и нелепо мускулистого человекообразного с алебастровой кожей, наряженного в дерюжку. По непонятной причине, которая так и останется без объяснений, он выпивает что-то черное, гримасничает и по кусочкам ссыпается в водопад. Камера делает наплыв на молекулы распавшейся формы жизни.



Появляется название, бесстыдно копирующее культовую графику первого «Чужого», а ДНК мускулистого гиганта между тем режется в первичном бульоне. Двойная спираль, однако, закручивается налево, так что «Прометей» лажает с самых первых кадров. Все ДНК-спирали на Земле правосторонние, как штопор, — факт, свидетельствующий о едином источнике и общем предке всех живых организмов нашей планеты. Это частая ошибка, и, будь у меня настроение получше, я мог бы ее простить. Но в завязке фильма просматривается идея, что нас создал некий вид, явившийся на Землю до появления на ней какой-либо жизни и подаривший свою ДНК (независимо от ее направленности) в качестве семечка эволюции. Это разновидность так называемой теории панспермии, которую очень любят научные фантасты: пришельцы приносят жизнь на другие планеты, намеренно или вследствие случайного «загрязнения». Идея симпатичная, но сугубо фантастическая, поскольку у нас имеются надежные модели возникновения жизни на Земле и ни одна из них не требует ни инопланетного, ни божественного вмешательства. По сюжету «Прометей» древние антропоморфные пришельцы принесли на планету свою ДНК, из которой на Земле со временем получился человек — низкорослая, мрачная и куда



менее прокачанная версия предка. Зачем эволюции понадобилось кружным путем возвращаться к изначальной форме создателя? Почему мы провели столько времени в шерсти и на четвереньках? В виде тупых рептилий? И для чего понадобилось нашим предковым формам в течение огромного срока, вероятно 2 млрд лет, оставаться одноклеточными организмами, если все, что требовалось получить в итоге, — компактный вариант существ, которыми наши творцы являлись изначальнo? Эта нелепая панспермия не единственная встреча с инопланетянами в «Прометее», есть контакты и потеснее. Один из ученых космической экспедиции открывает червеобразные останки инопланетного существа. Предполагается, что это первая встреча людей с внеземной жизнью, и что же делает землянин — видимо, худший ученый в истории науки? Тут же стаскивает с головы существа шлем! Дальше начинается нечто непристойное: помимо фаллообразных деталей тела у твари обнаруживается похожая на клыкастую вагину пасть, и, когда она сжирает лицо горе-ученого, зрители испытывают лишь облегчение. (Следует, впрочем, отметить (такова сюжетная и научная нелепость фильма), что это героя не убивает: через некоторое время ученый возвращается в виде гигантского злобного зомби с головой в волдырях. Наверное, именно так и выглядишь, если тебя оставляет без лица *vagina dentata* с кислотной слюной).

В общем, с меня хватило и этого. «Прометей» — кошмарный фильм, и дело даже не в провисающей научной канве и ходульных инопланетянах, а в бессмысленном сюжете. Невозможно верно изобразить инопланетян на экране, поскольку мы знаем единственный вариант жизни во Вселенной — наш собственный. Все колоссальное разнообразие форм земной жизни растет из одного корня. У нас одна ДНК (спираль которой всегда закручивается вправо), одинаковое клеточное строение, общая схема получения энергии из окружающей среды.

Я вижу два пути создания успешных экранных инопланетян. Первый — не пытаться их создавать. Тема мимикрии прочно связана с пришельцами-гуманоидами. Они ходят среди нас, скрывая свое истинное лицо, чтобы осуществить зловещие планы: «Вторжение похитителей тел» (*Invasion of the Body Snatchers*, 1956, 1978), «Чужие среди нас» (*They Live*, 1988); «Побудь в моей шкуре» (*Under the Skin*, 2013); вписаться в социум: многочисленные экранизации истории о Супермене, «Человек со звезды» (*Starman*, 1984); или просто выжить: «Нечто» (*The Thing*, 1981); «Человек, который упал на Землю» (*The Man Who Fell to Earth*, 1976), хотя в отношении исполнителя главной роли в последнем из названных фильмов, Дэвиде Боуи, всегда оставались сомнения, действительно ли он землянин. Где бы он сейчас ни был, он не на Земле.



Другой метод изобразить настоящего инопланетянина — вообще ничего не объяснять. Именно так поступил Станислав Лем в научно-фантастическом романе «Солярис»:

Я хотел создать картину соприкосновения человека с чем-то, безусловно, существующим и, вероятно, грандиозным, но не сводимым к человеческим понятиям, идеям или образам\*.

Роман экранизировался трижды, в 1968, 1972 и 2002 гг. Две последние экранизации потрясающи, каждая по-своему, обе представляют собой размышления о смерти и сознании. Внеземная жизнь — это сама планета Солярис (насколько нам дано это понять), которую пытается изучать экипаж орбитальной станции. Инопланетное присутствие проявляется в форме воспоминаний людей. Мысли членов команды вызывают из небытия покойных родственников или жен, и, какими бы неполными и неизменно разочаровывающими ни были эти ожившие воспоминания, они все-таки настоль-

\* Из интервью со Станиславом Лемом 8.12.2002 г. <http://english.lem.pl/around-lem/adaptations/soderbergh/147-the-solaris-station?showall=1>



ко притягательны, что экипаж не желает возвращаться на Землю, хотя орбита снижается и корабль постепенно падает на Солярис. Ни в одной из экранизаций не делается попыток объяснить происхождение внеземного разума — это просто проявление сознания, радикально отличающегося от нашего.

Научно-фантастический шедевр Кубрика «Космическая одиссея 2001 года» (1968) основывается на аналогичной идее. Там присутствуют черные монолиты: один учит наших древних предков-гоминид пользоваться предметами в качестве оружия, другой 3 млн лет спустя провоцирует новый эволюционный рывок человечества, остающийся необъясненным. Фильм опрокидывает теорию эволюции Дарвина, но меня, специалиста по эволюционной биологии, это не раздражает. Что он такое, этот инопланетянин? Мы не знаем. Ясно только, что он не такой, как мы, и не похож ни на что, известное нам.

Роман Карла Сагана «Контакт» (Contact) был экранизирован в 1997 г. В одноименном фильме Джоди Фостер сыграла роль астронома доктора Элли Эрроуэй, создав, возможно, лучший образ ученого в истории кино. Она обнаруживает повторяющийся сигнал из системы ближней звезды, который не может быть ничем иным, кроме порождения внеземного разума. Сигнал несет инструкции по организации встречи с сущностями, его передающими.

Это безупречная научная фантастика, поскольку она базируется на научном фундаменте. Фантастична завязка, основанная на несуществующих технологиях и феноменах (таков, например, основной голливудский рецепт межзвездных путешествий — «кротовая нора», сугубо теоретическое построение). Но все это служит захватывающему и продуманному повествованию о работе ученых и о том, как и почему мы занимаемся научными исследованиями.

Инопланетная технология срабатывает. Очнувшись в отдаленной планетной системе, Эрроуэй оказывается на тропическом пляже. Небеса выглядят необычно, над головой вра-

щается «кротовая нора», все окутано неземным мерцанием. Вдали появляется размытый фантом и, приближаясь, оказывается не инопланетянином, а отцом героини, умершим, когда ей было десять. Некоторые зрители были недовольны таким сюжетным поворотом — слишком, по их мнению, душеспитательным. Мне он показался сильным и трогательным, тем более что героиня почти сразу же догадывается: «Все это неправда... Пока я была без сознания, вы записали мои мысли, даже мои воспоминания?»



«Ах ты мой ученый! — отвечает инопланетянин. — Мы решили, что так тебе будет легче». Карл Саган верно понял этот момент! Мы не в состоянии постичь инопланетную жизнь. Если она действительно существует, крайне сложно представить ее незволюционной по своему характеру и столь же трудно вообразить, что она функционирует совсем не так, как земная жизнь, которая питается с помощью механизма постоянного извлечения энергии из среды обитания и замедляет неизбежное развитие энтропии, пока живет. Мы не можем представить эволюционное давление, миллиарды лет оформлявшее физическую форму или поведение инопланетянина. Если во Вселенной есть разумная жизнь, нам придется еще долго ждать встречи с ней. Мы коротаем ожидание в поисках этой жизни. Одиноки ли мы? Другие участники сборника отвечали на этот вопрос, руководствуясь логикой или расчетами. Но вот верный ответ: чем дольше мы ищем, как в науке, так и в научной фантастике, тем больше узнаем о самих себе. Как подытоживает инопланетянин из «Контакта» (хотя я не могу представить, чтобы сам Карл Саган выразился подобным образом):

Сколько бы мы ни искали, единственная находка, благодаря которой пустоту можно перенести, — это обретение друг друга\*.

\* Саган К. Контакт. — М.: Альпина нон-фикшн, 2018.





# Как мы ищем инопланетян



Натали Каброл

Более полувека назад астроном Института SETI Фрэнк Дрейк составил знаменитое ныне «уравнение Дрейка», первым из ученых систематизировав представления научно-го мира о поиске внеземной жизни. Таким образом, Дрейк создал «дорожную карту», согласно которой, чтобы искать жизнь во Вселенной осмысленно, нужно прежде всего понять процессы формирования галактик и планетарных систем, а затем установить, сколько планет могут быть пригодными для обитания, сколько — стать местом развития жизни, цивилизации и технологий, наконец, какая часть развитых цивилизаций пожелает с нами связаться. Хотя уравнение Дрейка связано с поиском внеземных цивилизаций, оно учитывает большинство аспектов современной астробиологии. Уравнение показывает, что проблема происхождения жизни и возможности ее существования вне Земли требует комплексного подхода, и в настоящее время астробиологи разделяют эту точку зрения. Астробиология, будучи междисциплинарной наукой, использует достижения во всех сферах знания, пытаясь ответить на следующие вопросы: «Как зарождается и развивается жизнь? Существует ли жизнь повсюду во Вселенной? Каково будущее жизни на Земле и вне ее?»

Эти вопросы представляют собой пазл поистине космического масштаба, причем отсутствие ряда ключевых эле-



ментов мешает его собрать. У нас нет четкого определения понятия жизни. Могла ли она оказаться занесенной на Землю в результате панспермии (при ударах комет и астероидов, на которых имелось вещество с других объектов Солнечной системы) и планетарного обмена (в частности, есть гипотеза, что Марс и Земля могли обмениваться веществом в период формирования)? Или же она возникла на нашей планете путем абиогенеза — процесса естественного самозарождения живой материи из простых органических соединений в ходе химических реакций? У нас отсутствуют данные о том, когда — или в каких условиях — имел место переход от добиотических химических процессов к жизнедеятельности. Неизвестно, является ли жизнь вселенской нормой или отклонением от нее. Но если мы все-таки хотим собрать пазл, имеет смысл начать с *самих себя*.

Земная биосфера, в которой мы обитаем, хотя и не дает ответов на поставленные выше вопросы, но хранит летопись нескольких миллиардов лет эволюции и адаптации жизни под воздействием средовых и космических катастроф. Далее, Солнечная система, к которой относится наша планета, является своего рода лабораторией, где в продолжение космических эпох природа создавала миры с разнообразными условиями, намного превосходящими по сложности любой наш эксперимент. Самые совершенные инструменты позволяют нам взглянуть на фрагменты пространства и времени за пределами Солнечной системы и кое-что узнать о том, как формируются галактики, звезды и планеты. Далеко не последнюю роль в научном инструментарии играет человеческий разум, способный строить модели, разрабатывать теории и ставить ничем не ограниченные мысленные эксперименты.

Благодаря всем этим средствам мы начинаем понимать, куда смотреть и на что обращать внимание при поиске внеземной жизни. Наше восприятие неизбежно антропоцентрично — мы ищем жизнь, *какой ее знаем*. И это разумно:

всегда проще начинать с известного, если известно немного, а наши знания о жизни все еще весьма ограничены. Чем больше мы узнаем, тем сложнее становятся гипотезы и модели. Совершенствуется и технология их проверки, позволяя делать все новые открытия и уточнять базовые теоретические построения. Это циклический процесс. Последние несколько десятилетий изучения самых экстремальных уголков Земли, а также Солнечной системы и глубокого космоса в корне изменили наши представления о пригодности для обитания и возможности существования жизни.



## Что мы ищем, ища жизнь?

Первая проблема, осложняющая поиск жизни во Вселенной, — отсутствие общепринятого определения, что такое жизнь. Биологи, биохимики и генетики до сих пор не пришли к единому мнению, а некоторые ученые считают, что это в принципе невозможно, поскольку отсутствует определенное качество, однозначно отличающее живое от неживого. Однако одна из попыток дать определение жизни представляет ценность как основа для дальнейших исследований. В 1944 г. Эрвин Шрёдингер назвал живым то, «что избегает скатывания в состояние равновесия» или, по крайней мере, оттягивает его, противодействуя энтропии — необратимому рассеиванию энергии вплоть до полной однородности. Пока продолжается метаболизм в форме биохимических процессов, например питания и выделения отходов, сохраняется и биологическая активность — иначе говоря, живое остается живым.

Строго говоря, определение Шрёдингера описывает непосредственно наблюдаемую *деятельность* жизни, но необязательно ее *сущность*, однако не будем углубляться в тонкости. Если принять, что метаболическая активность позволяет обнаруживать жизнь и измерять ее параметры,



с ее помощью можно искать биологические признаки за пределами Земли. Этот подход уже применяется на Марсе в миссиях аппаратов «Викинг» (следует признать, со спорными результатами).

Из-за удаленности экзопланет мы ограничены методами дистанционного сбора данных, но понемногу учимся распознавать спектральные маркеры жизни, наблюдая свечение продуцирующей живую материю химических соединений в атмосфере. (Подробнее об этом читайте в главе 17.) Этот способ осложняется тем, что многие газы-маркеры, в частности метан и кислород, не являются безоговорочным признаком жизни, поскольку образуются вследствие как геологических, так и биологических процессов. Биоминерализация — выработка минералов организмами, часто с целью упрочения своих тканей, — в обозримом будущем останется недоступной для удаленного наблюдения с помощью телескопов и может быть выявлена только на месте. Методы удаленной идентификации биомаркеров совершенствуются по мере того, как мы все лучше понимаем жизнь, изучая ее процессы и отходы жизнедеятельности на Земле. Во всяком случае, это отправная точка, и нам, делающим первые шаги в исследовании дальнего космоса, не следует пренебрегать обучающими возможностями, предоставляемыми родной планетой и Солнечной системой.

## Откуда берется жизнь?

В настоящее время самым вероятным кажется предположение, что жизнь развилась из простых органических соединений на основе шести важнейших элементов: углерода, водорода, азота, кислорода, фосфора и серы. Эта гипотеза предполагает переходный момент, когда химические элементы образовали живую материю. Появилась ли жизнь в момент преобразования или явилась результатом этой трансформации и многих последующих ее форм, остается

неизвестным. Наука, философия и религия ищут собственные ответы на этот вопрос. Указания на то, как и где произошел переход от химических реакций к биологическим процессам, теоретически могут содержаться в геологической летописи нашей планеты. Вплоть до недавнего времени самым ранним косвенным свидетельством существования жизни оставался графит возрастом 3,7 млрд лет, найденный в Западной Гренландии. По результатам исследования изотопа углерода и данным лазерной спектроскопии комбинационного рассеяния источником углерода послужила биогенная органическая материя, иначе говоря, он был создан живыми организмами. Новое исследование позволяет предположить, что биогенный углерод присутствует в скалах на западе Австралии возрастом 4,1 млрд лет. Первые свидетельства наличия жизни в архейскую эру (4–2,5 млрд лет назад) в форме строматолитов и микроокаменелостей были обнаружены также в Западной Австралии в песчанике возрастом 3,48 млрд лет. Строматолиты образуются вследствие поглощения и структурирования крупинок осадочных пород мелководным сообществом микроорганизмов (сине-зеленых водорослей и др.) — цианобактериальным матом. В результате возникают слоистые окаменелости.

Следы жизни были обнаружены в остатках древнейших земных скал. Однако такие скалы редки. Они всего лишь на несколько сотен миллионов лет моложе первоначальной коры нашей планеты и были сформированы сразу же после остывания Земли. К сожалению, большинство геологических свидетельств тех древнейших времен были рециклированы в мантию вследствие эрозии и тектоники. Возможно, свидетельства перехода химических реакций в биологические процессы также навсегда утрачены и мы никогда не сможем найти их на родной планете. Тем не менее они могут сохраниться в любом другом месте Солнечной системы благодаря планетарному обмену между молодыми Землей и Марсом.



## Где искать жизнь?

Чтобы жизнь могла возникнуть и развиваться, необходимы определенные факторы: вода, энергия, питание и защита от таких угроз, как слишком сильное солнечное или космическое излучение. Предположительно, земная жизнь зародилась, когда условия на нашей планете стали достаточно стабильными, чтобы поддерживать ее существование. Как уже было сказано, самые древние косвенные свидетельства наличия жизни имеют возраст 4,1 млрд лет, причем тогда все еще продолжалась регулярная бомбардировка Земли тяжелыми астероидами, метеоритами и кометами, которые нарушали целостность грунта на значительную глубину и оказывали огромное влияние на планетарный климат. Считается, что в этот период формировались первые океаны (4,2–3,8 млрд лет назад, по разным моделям). Благодаря большой глубине океаны представляли собой долговременно стабильную и защищенную среду, где биохимические процессы могли протекать вблизи гидротермальных источников.

Гидротермальные источники на океанском дне — это места с экстремальными условиями существования, и развивающаяся там жизнь должна была выдерживать громадное давление. Мы называем организмы, умеющие жить в сложных условиях, экстремофильными. Если там выжили древнейшие организмы, фактически давшие начало всей жизни на Земле, их стоило бы отыскать, поскольку вода, энергия, питательные вещества и защита присутствуют (одновременно) на некоторых планетах и спутниках Солнечной системы, хотя и представляющих собой несравненно менее благоприятные для жизни места, чем Земля. Наше поколение лишь начинает постигать, как невероятно разнообразны потенциальные условия обитания в Солнечной системе, но мы быстро идем вперед. За каких-то полвека общепринятые представления об обращающихся вокруг Солнца планетах

и их спутниках совершенно преобразились. Вместо ледяных и мертвых небесных тел мы увидели в них интригующие миры с многообещающими возможностями, превращающими жизнь из исключения в правило.



В то же время космические и наземные телескопы позволяют нам бросить взгляд на невероятно разнообразные объекты дальнего космоса. Множество экзопланет — планет вне Солнечной системы — могут отвечать условиям пригодности для обитания. В 1992 г. была открыта первая экзопланета типа горячего Юпитера, вращающаяся вокруг пульсара PSR 1257 примерно в 2300 св. годах от Солнца. Три года спустя впервые подтвердилось наличие планеты (51 Пегаса b) на орбите звезды основной последовательности. С тех пор идентифицированы тысячи кандидатов на звание экзопланет. Многие слишком близки к звезде и постоянно находятся в расплавленном состоянии. Велико число газовых гигантов, превышающих размерами Юпитер и Нептун, а также скованных вечным холодом ледяных планет. Но среди тысяч предполагаемых и подтвержденных экзопланет имеется несколько десятков размером с Землю и более крупных «суперземель», расположенных в обитаемой зоне материнской звезды. Они особенно интересуют ученых. В настоящее время самыми главными претендентами на звание потенциально обитаемых считаются Кеплер-186f — экзопланета земных размеров на орбите красного карлика почти в 500 св. годах от нас, вероятный водный мир Кеплер-62f в тысяче с лишним световых годах и каменная «земля» Кеплер-442b еще немного дальше. Ближе к нам — в 42 св. годах — находится открытая в 2009 г. «суперземля» Глизе 1214b, возможно имеющая океан. Недавно список пополнила «суперземля» созвездия Волка юб1с в обитаемой зоне красного карлика всего в 13,8 св. года от нас. На данный момент это самая близкая к Земле потенциально обитаемая планета.

Потенциал обитаемости экзопланет оценивается с учетом ряда факторов, в числе которых расстояние от центра



обитаемой зоны планетарной системы — зоны Златовласки, соответствие некоторым параметрам Земли, пригодность для вегетации, вероятность наличия подходящей для жизни атмосферы, определенные температура и масса, причем от температуры зависит в том числе, какие формы жизни могли бы там существовать. Очевидно, все эти параметры рассчитаны для жизни, «какой мы ее знаем», хотя во Вселенной возможны самые разные типы биохимии. Наши критерии, вероятно, не учитывают многие факторы, пока не осознанные нами, однако позволяют дать консервативную оценку числа планет, способных поддерживать жизнь.

К счастью, огромное количество данных, которые мы в настоящее время получаем благодаря орбитальному телескопу «Кеплер» и наземным телескопам, скоро позволит расширить список условий обитаемости и биохимических параметров. Давайте познакомимся с приемами нашей работы. Вышеперечисленные экзопланеты находятся так далеко, что зонды летели бы к ним много тысяч лет. Поэтому на сегодняшний день нам доступны только дистанционное зондирование с помощью телескопов, анализ данных и моделирование. Мы разработали много методов обнаружения планетарных систем путем дистанционного зондирования, в том числе транзитный, метод лучевых скоростей, измерение колебаний отраженного света, метод Доплера, радионаблюдение пульсаров, гравитационное микролинзирование, а теперь еще и прямое наблюдение в чрезвычайно мощные телескопы. Чем больше у нас данных, тем точнее — и совершеннее — модели, описывающие потенциально обитаемые инопланетные миры и биосферы. Мы также пользуемся знаниями, полученными при исследовании собственной Солнечной системы и земных экосистем с экстремальными условиями. Так, мы узнали, что пригодными для жизни могут быть некоторые планеты и спутники, не находящиеся в зоне Златовласки, и что жизнь, если уж она зародилась, проявляет невероятную стойкость

и обнаруживается везде. Вскоре мы сможем изучить состав атмосферы некоторых экзопланет с помощью мощных спектроскопов, установленных на телескопах. Зная, какие газы присутствуют на планете, мы получим ценные свидетельства возможности или невозможности существования на ней жизни.



Как свидетельствует изучение Солнечной системы, пригодную для жизни среду могут иметь не только сами планеты, но и их спутники как внутри, так и вне зоны обитаемости — а спутников намного больше, чем планет. Таким образом, открытие экзопланет подняло вопрос не только о возможной обитаемости их самих, но и о том, сколько потенциально живых миров вращаются вокруг них. Ни одной «экзолуны» мы пока не обнаружили, но это лишь вопрос времени.

## Дальнейшие шаги

Пятьдесят лет исследований планет изменили наши взгляды на то, какие планеты могут быть обитаемыми и каковы пределы условий, пригодных для жизни. За последние 25 лет, в особенности с момента запуска «Кеплера» в 2009 г., было открыто множество экзопланет, перевернувших представления ученых о том, сколько обжитых миров может находиться на очень маленьком участке одной только нашей Галактики. Астрономия и астрофизика открывают громадный потенциал обитаемости Вселенной, количество галактик в которой ныне оценивается в 100 млрд. Мысль, что мы можем быть одиноки в космосе, попросту идет вразрез со статистикой.

Внеземная жизнь может быть как отчасти понятной нам, так и совершенно чуждой. Однако если нашу планету допустимо считать представительной выборкой для оценки потенциально обитаемых планет и спутников, нужно сделать вывод, что природа создает намного больше простых



организмов, чем сложных. Более того, свыше 2,5 млрд лет Земля была населена только микроорганизмами. Для развития сложной жизни требуется такая сумма условий, что в значительной части обитаемых миров жизнь будет ограничена простейшими формами, и, возможно, наша Солнечная система адекватно отражает пропорцию простой и сложной жизни во Вселенной.

Технологии и оборудование стремительно развиваются, и скоро поиск экзопланет продолжится новыми, более эффективными средствами как с Земли, так и с орбиты. В Солнечной системе миссии «ЭкзоМарс» и «Марс-2020» займутся поисками следов жизни, оставшихся, возможно, от раннего периода существования Красной планеты. За ними через несколько лет последует миссия на Европу, имеющая целью оценить потенциал обитаемости и поискать биомаркеры на этой ледяной «луне» Юпитера. Но одно дело — показать возможность обитаемости, и совсем другое — достоверно установить наличие жизни. Чтобы перейти от одного к другому, должны выполняться два ключевых условия: присутствие жизни и наша способность опознать ее признаки. В этом отношении Марс может стать ценным полигоном, поскольку в ранний период условия на нем были очень близки к земным. Автоматические миссии на Марс доказали, что кирпичики, из которых строится жизнь, там имелись, и, как уже было сказано, существует реальная возможность того, что на заре своего существования две наши планеты обменивались веществом.

Напротив, небесная механика не благоприятствовала обменам Земли и Марса с ледяными мирами внешней Солнечной системы. Если и там зародилась жизнь, она почти наверняка отличается от привычной нам, и распознать ее будет трудно. С другой стороны, экзотические физико-химические условия во внешней зоне Солнечной системы могут наконец избавить нас от ограничивающих представлений о жизни, какой мы ее знаем, и включить в концеп-

цию живого совершенно иные схемы биохимии и метаболизма, возможно являющиеся нормой вне нашей планетарной системы.

В конечном счете мы стремимся найти тех, кто, подобно нам, прошел путь до развитой цивилизации и с кем мы однажды могли бы установить контакт. Наши технические приемы примитивны, а исследовательский арсенал все еще ограничен. Оптическая и радиоастрономия остаются основными средствами поиска внеземного разума. Нужно расширить подход и задействовать воображение — шире забрасывать сеть, возможно обогатив научный арсенал углубленными знаниями о межвидовой коммуникации на Земле и о взаимосвязи живого со средой обитания и окружающим пространством, как и о многом другом. Нужно смело расширять границы мышления и восприятия и пользоваться междисциплинарным подходом. Сегодняшние первые шаги в исследовании планет и космоса войдут в историю, поскольку в конце пути нас ждет встреча с братьями по разуму, начавшими аналогичный путь очень далеко от Земли. Никто не знает, когда может произойти контакт, но это не самое главное. Главное, что мы уже в пути.







# Есть там кто-нибудь? Технология, уравнение Дрейка и поиск внеземной жизни

Сара Сигер

Где-то в неведомой дали вращается вокруг звезды обитаемая планета. Живет на ней динамично развивающаяся экосистема процветающих простых организмов — бактерий. Это жизнь без разума и сознания, но главное — сама планета живая, она представляет собой активный мир с океанами жидкой воды, континентами, горами и вулканами, объединенными посредством геофизических, химических и биологических циклов. По нашим представлениям, у нас в Галактике могут быть миллионы или даже миллиарды таких планет.

Что заставляет меня, астронома, всерьез размышлять о возможности существования жизни в Галактике? Три причины. Во-первых, теперь мы знаем, что маленькие планеты — обычное дело. Во-вторых, вода, обязательное требование любой жизни, распространена повсеместно. В-третьих, оказывается, ингредиенты живой материи формируются легко.

В нашей Галактике великое множество планет. Астрономы различными методами уже обнаружили тысячи планет,



подтвержденных и кандидатов. Более того, имеются убедительные свидетельства того, что у всех звезд есть планетарные системы. Да и при наблюдениях за очень молодыми звездами любого типа вокруг них обнаруживаются диски остаточной пыли и газа, из которых, видимо, будут сформированы планеты. Передовой телескоп «Кеплер», выведенный на орбиту в 2009 г. и продолжающий выполнять свою миссию, позволил открыть тысячи маленьких каменистых планет и кандидатов в планеты. Одна из пяти или десяти солнцеподобных звезд может иметь планету примерно земного размера на удачной орбите, где ее поверхность нагревается светом звезды не слишком сильно и не слишком слабо, а именно так, как нужно для живых организмов.

Вода — чрезвычайно распространенное вещество, и некоторые ученые полагают, что все планеты в системе звезды имеют ее изначально. Вода заключена в минералах, доставляемых так называемыми планетезималями — мелкими объектами из камня, пыли, льда и других веществ, которые, объединяясь, формируют каменистые планеты. При их объединении выделяется столько энергии, что вода высвобождается из минералов. После бурного периода формирования планета остывает, и из водяного пара может образоваться океан. Кроме того, вода попадает на планету в виде льда с кометами и астероидами. Некоторые планеты лишаются водных океанов, будучи слишком горячими или расположенными слишком близко к звезде, создающей мощный звездный ветер, но, в общем, планет с жидкой водой должно быть много.

В самых разных средах мы обнаруживаем ингредиенты жизни — органические молекулы, строительные блоки живой материи. Наземные радиотелескопы позволили астрономам зафиксировать присутствие крупных органических молекул в облаках холодного газа глубоко в межзвездном пространстве. Аминокислоты, биологически значимые молекулы, играющие главную роль в земной жизни в каче-



стве белков и посредников при метаболизме, были выявлены в различных метеоритах с высоким содержанием углерода. Даже на очень холодном Титане, одном из спутников Сатурна, имеются молекулы, состоящие из элементов, которые необходимы для жизни, какой мы ее знаем.

Некоторые биологи раздраженно оспаривают мое мнение, что в нашей Галактике может быть множество обитаемых планет. В конце концов, мы не понимаем, как зародилась жизнь на Земле, — откуда же такая уверенность, что она существует еще где-то, более того, является повсеместной? Помимо трех вышеприведенных убедительных аргументов я опираюсь на размышления и даже мечты — я это признаю, — поскольку отношусь к первому поколению ученых, вплотную приблизившихся к открытию микробиотической внеземной жизни. Совершенные космические телескопы нового поколения позволяют нам исследовать газовый состав атмосферы экзопланет в поисках биомаркеров. С каждый днем я все больше убеждаюсь в необходимости продолжать поиски.

## Космический телескоп им. Джеймса Уэбба

Осенью 2018 г. с космодрома Европейского космического агентства в Гайане стартует ракета «Ариан», несущая космический телескоп им. Джеймса Уэбба (JWST), совместную разработку НАСА и ЕКА. Для JWST это будет последний шаг на долгом пути в космос, начатом в середине 1990-х гг., когда появилась идея его создания. В первую неделю пребывания на орбите в строго определенные моменты будут проводиться сложные манипуляции по подготовке оборудования (развертывание основного и вспомогательного зеркал и солнечных панелей) — надеемся, все пройдет идеально. Примерно через месяц JWST окажется за 1,5 млн км от Земли, тепло и свет которой нарушают точность астрономиче-



ских измерений. «Джеймса Уэбба» часто называют следующим поколением космического телескопа «Хаббл», поскольку он имеет зеркало намного большей площади и работает в инфракрасном диапазоне.

JWST впервые позволит нам искать признаки жизни на нескольких избранных планетах. Мы нацелим его на маленькие каменистые планеты в поисках газов, которые не находятся в химическом равновесии с основной атмосферой. Самый впечатляющий пример такого рода — как ни странно, кислород, составляющий 20% атмосферы Земли, которого, однако, практически не было бы, если бы не деятельность растений или фотосинтезирующих бактерий. Сегодня планетологи яростно спорят, возможна ли выработка кислорода в отсутствие жизни — сценарий так называемой «ложнопозитивной кислородной пробы». Астрономов интересуют и многие другие газы-биомаркеры, в том числе метан, оксид азота, диметилсульфид. Мы не будем знать, кто произвел эти газы — крохотные микробы, всевозможные животные или разумные расы, и являются ли эти формы жизни углеродными, как и мы, или совершенно иными. Для начала нам следует сосредоточиться на результатах жизнедеятельности — на процессах метаболизма и выработки газообразных отходов живых организмов, а не на том, что она из себя представляет.

При изучении атмосферы каменистых планет с помощью JWST мы будем пользоваться изобретенным мною методом, описанным в моей статье от 2000 г. Отмечу только, что подлинные инновации редки и речь, скорее, идет об идеях, развивающих труды предшественников. Метод таков. В некоторых случаях при наблюдении с Земли можно видеть «транзит» — прохождение планеты на фоне своего светила. Для этого нужно, чтобы орбита находилась в одной плоскости с наблюдателем, а этому условию удовлетворяет лишь малая часть планет, поскольку оси вращения звезд (а соответственно, в какой-то мере и орбиты их планет) ориенти-



рованы в космическом пространстве случайным образом. Во время транзита какая-то часть лучей звезды проходит через атмосферу планеты, особенно эффективно поглощающую свет с определенными длинами волны. Тщательно изучая каждый участок спектра, мы можем установить, какие газы содержатся в атмосфере и, до некоторой степени, в каком количестве. У этого метода много тонкостей, тем не менее всего за 16 лет с момента опубликования моего прогноза были написаны сотни научных статей, признающие заслуги моей команды и других ученых, и проделаны наблюдения атмосферы десятков экзопланет. Самым эффективным инструментом для этого оказалась широкоугольная камера-з телескопа «Хаббл».

«Джеймс Уэбб» сможет изучать отдельные планеты, но не в состоянии обшарить сотни тысяч звезд в поисках планет для дальнейшего исследования. Этой подготовительной работой займется «Спутник исследования транзитных экзопланет» (TESS) — космический телескоп, разрабатываемый Массачусетским технологическим институтом для НАСА. Он предназначен для поиска малых транзитных планет малых звезд. Проект TESS в течение двух лет изучит все небо с помощью четырех одинаковых широкоугольных камер, способных вместе просмотреть до 90% неба. Каждый сектор неба будет наблюдаться в течение 26 дней и ночей. Таким образом, в первый год своей работы TESS изучит небо Северного полушария, а во второй — Южного. Запуск назначен на лето 2018 г. с использованием ракеты-носителя Falcon 9 компании SpaceX, которая должна будет вывести телескоп на сильно вытянутую наклоненную к Земле орбиту. Команда проекта TESS должна будет подобрать для астрономов 50 каменистых планет, из которых несколько окажутся в зоне Златовласки своей звезды — там, где не слишком жарко и не слишком холодно, а именно так, как нужно, чтобы условия на поверхности благоприятствовали жизни. Именно эти редкостные планеты и изучит JWST в поисках



газов-биомаркеров в их атмосфере. Это непростая задача: скорее всего, нам придется провести наблюдения множества транзитов продолжительностью несколько часов каждый.

## Уравнение Сигер

Насколько реалистичны предположения, что TESS и «Джеймс Уэбб» сумеют обнаружить признаки иных миров? Честно говоря, нам понадобится везение — огромное везение. Шанс, однако, есть, и мы его не упустим. Для наглядности я воспользуюсь обновленной версией знаменитого уравнения Дрейка, предложенного американским астрономом Фрэнком Дрейком в 1961 г. для расчета вероятности существования разумной жизни во Вселенной. Фактически его уравнение призвано было скорее обобщить основные теории, связанные с обнаружением сигналов разумной жизни в Галактике, чем дать точный ответ. Мой вариант также носит более описательный, чем прогнозирующий характер. Он показывает, какие факторы мы способны выразить количественно — что мы знаем и что остается плодом теоретических выкладок.

Давайте вспомним начальное уравнение Дрейка. Эта формула определяет примерное значение величины  $N$  — числа внеземных цивилизаций, обладающих средствами связи, — как результат перемножения семи факторов:

$$N = R_* \times F_p \times n_e \times F_l \times F_i \times F_c \times L,$$

где  $R_*$  — скорость образования звезд в Млечном Пути (по предположению Дрейка, 10 звезд в год),  $F_p$  — доля звезд, имеющих планетарные системы (принято за 0,5),  $n_e$  — количество потенциально обитаемых планет (имеющих «экосистему») в расчете на каждую звезду (принято за 2),  $F_l$  — доля планет, где развивается жизнь (оценена в 1),  $F_i$  — доля обитаемых планет, где имеется разумная жизнь



(предположительно, 0,5),  $F_c$  — доля цивилизаций, достаточно технологически развитых, чтобы их сигналы в космосе можно было зафиксировать (принята за 1),  $L$  — время, в течение которого цивилизация производит фиксируемые сигналы (оценочно, 10 000 лет).

Первые три параметра уравнения Дрейка —  $R_*$ ,  $F_p$  и  $n_e$  — являются измеряемыми, остальные четыре мы измерить не можем и, по всей видимости, не сможем никогда. Тем не менее Дрейк получил оптимистическую оценку числа способных к коммуникации внеземных цивилизаций в нашей галактике — 50 000.

В те времена, когда Дрейк составлял уравнение, основным методом обнаружения инопланетной жизни был поиск радиосигналов других цивилизаций. Теперь в нашем распоряжении имеются более совершенные методы. В последние годы стал реальностью поиск жизни вне Солнечной системы путем анализа газов в атмосфере экзопланет, и ныне описательное уравнение требует пересмотра.

Воспользовавшись схемой Дрейка, оценим  $N$ , число планет с обнаруживаемыми признаками жизни, по присутствию газов-биомаркеров:

$$N = N_* \times F_Q \times F_{HZ} \times F_O \times F_L \times F_S,$$

где  $N_*$  — количество исследованных звезд,  $F_Q$  — доля «спокойных» звезд, рядом с которыми имеет смысл искать планеты,  $F_{HZ}$  — доля тех из них, которые имеют каменистые планеты в зоне обитаемости,  $F_O$  — доля этих планет, доступных для наблюдения с учетом ограничений нынешних методов,  $F_L$  — доля планет, где имеется жизнь,  $F_S$  — доля обитаемых планет, жизнь на которых генерируют газы-биомаркеры, которые можно обнаружить по спектральным характеристикам.

Я представила свое уравнение в мае 2013 г. в Кембридже на симпозиуме «Экзопланеты в посткеплеровскую эпоху»,



посвященном Дэйву Лэтему и его вкладу в изучение экзопланет. Вы можете найти более строгий, чем нижеприведенный, разбор этой формулы.

Переходя к цифрам, начнем с первых четырех параметров, о которых можно сказать хотя бы что-то определенное. Согласно галактическим моделям количество звезд  $N_*$ , которые могут быть охвачены исследованием всего неба с помощью телескопа TESS, оценивается примерно в 30 000. Около 60% из них, предположительно, достаточно спокойны (без слишком сильных колебаний светимости), чтобы можно было заметить на их орбите малые планеты. Следовательно,  $F_Q = 0,6$  (это приблизительное число).

Далее, процент каменных планет в зоне обитаемости составляет порядка 24% (по данным «Кеплера»):  $F_{HZ} = 0,24$ . Ограничения, связанные с ориентацией их орбиты, — поскольку TESS способен заметить только транзитные планеты, проходящие на фоне диска своей звезды, — уменьшают долю исследуемых планетарных систем до примерно 10%. Однако лишь около 1% из них имеют достаточно яркую звезду, чтобы на ее фоне можно было в подробностях рассмотреть атмосферу планеты. Иными словами,  $F_O = 0,1 \times 0,01 = 0,001$ .

Перемножив эти четыре параметра, получим  $N_* \times F_Q \times F_{HZ} \times F_O \approx 4$ . Остается приписать числовые значения только двум переменным,  $F_L$  и  $F_S$ , и для простоты свести уравнение к следующему виду:

$$N \approx 4 \times F_L \times F_S.$$

Скрупулезный расчет планетной выборки TESS, фактически определяемой первыми четырьмя параметрами уравнения Сигер, был выполнен в ходе тщательного компьютерного моделирования, результаты которого укладываются в интервал от 2 до 7.

Теперь поговорим о факторах  $F_L$  и  $F_S$ . Нам остается лишь гадать, какая часть пригодных для обитания планет имеет



жизнь. Давайте будем оптимистами и оценим ее в половину потенциально обитаемых планет:  $F_L = 0,5$ . Выделяет ли эта жизнь газы, способные накапливаться в атмосфере и выявляемые методом спектроскопии? Предположим, это также происходит в половине случаев:  $F_S = 0,5$ . Подставляем эти величины в приведенное уравнение и получаем выборку планет с признаками жизни, обнаруживаемыми совместными усилиями TESS и JWST:

$$N \approx 4 \times 0,5 \times 0,5 = 1.$$

Разумеется, я специально подобрала оценочные параметры, чтобы получить этот «круглый» — и оптимистичный! — но крайне скромный результат: во всей галактике Млечный Путь мы способны обнаружить только одну обитаемую планету. Вот почему я говорю, что нам понадобится огромное везение, чтобы зафиксировать газы-биомаркеры в грядущие десятилетия. Нужно, однако, постоянно помнить, что комплекс TESS/JWST — это первая в истории человечества возможность вести поиск признаков жизни на каменистых экзопланетах по присутствию в их атмосфере биогенных газов.

## Что дальше?

Что, если JWST не найдет признаков жизни в атмосфере ни на одной малой каменной экзопланете? Астрономы упорно трудятся над телескопами нового поколения, пригодными для прямого наблюдения экзопланет. В отличие от традиционного транзитного метода, при котором измеряется светимость звезды, когда перед ней проходит планета, прямое наблюдение призвано уловить намного более слабый свет от самой планеты. Уже имеются лабораторные демонстрации работы очень сложных приемов светоизоляции, необходимых, чтобы пользоваться этим методом изучения



экзопланет. Недавно я возглавила команду, разрабатывающую одну из многих идей, связанных с прямым наблюдением, — проект «Звездный зонт» (Starshade). Это гигантский экран особой формы диаметром несколько десятков метров, который может лететь в десятках тысяч километров от космического телескопа, блокируя свет звезды с невероятной эффективностью — до одной десятиллиардной, благодаря чему в телескоп будет попадать только свет планеты (разумеется, планеты светят не собственным, а отраженным светом). Это оборудование позволит нам искать следы жизни в атмосфере экзопланет другим способом, нежели транзитный метод, под который спроектирован телескоп им. Джеймса Уэбба. По идее, в исследовании «Звездного зонта» также можно использовать уравнение Сигер.

Я совершенно уверена, что астрономы моего поколения имеют все необходимое — оборудование, знания и методы, чтобы обнаружить газы-биомаркеры, *если* эти газы в принципе присутствуют в атмосфере. Однако если жизнь — по крайней мере, жизнь, производящая спектроскопически активные газы, — является редкостью, то нам может и не повезти. В случае, если TESS/JWST или «Звездный зонт» (либо аналогичный проект на основе другого метода прямого наблюдения) не выявят хотя бы предположительного присутствия биогенных газов, нам придется передать эстафету следующему поколению искателей. В настоящее время мы знаем, как построить космический телескоп с апертурой около 12 м и даже больше — возможно, до 15–20 м. Помимо техники будущему поколению ученых нужно будет разработать и применить оригинальную технологию использования космического телескопа на основе совершенно новых приемов. Возможно, понадобится строить телескопы прямо в космосе с применением методов, которые мы сейчас едва можем себе представить.

Дополнительная сложность заключается в том, что наличие биогенных газов на планете не является абсолютно



достоверным свидетельством ее обитаемости. Анализ может быть ложноположительным (если потенциальные индикаторы жизни имели иное происхождение). Астрономы и планетологи разрабатывают многочисленные схемы абиогенного образования газов, например, вследствие вулканической активности или всевозможных химических реакций в атмосфере, скальных породах или океанах планет. Астрономы увлеченно моделируют атмосферные условия, в которых тот или иной газ способен или не способен дать ложноположительный результат, однако наблюдения атмосферы экзопланет в широком диапазоне длин волны и при достаточно высоком спектральном разрешении в ближайшем будущем могут оказаться невозможными. В одних случаях мы могли бы быть более, в других — менее уверенными в наших выводах, и в официальном сообщении прозвучало бы, что мы обнаружили предположительные признаки жизни, но не стопроцентно достоверные (плюс оценка вероятности).

Нам предстоит долгий путь, но астрономы и астробиологи убеждены, что поиск и обнаружение газов-биомаркеров — дело ближайшего будущего. Грядущие десятилетия обещают стать очень плодотворными в плане поиска и описания внеземных «Земель», и, возможно, надежда на самое главное открытие — обнаружение биогенных газов в их атмосфере — оправдается.







# Живая атмосфера: обнаружение признаков жизни в дальних мирах

Джованна Тинетти

## Атмосфера Земли

14 апреля 1969 г. был выведен на орбиту зонд «Нимбус-3», предназначенный для исследования состояния земной атмосферы с высоты около 1050 км. Среди его инструментов имелся спектрограф IRIS, способный анализировать спектр получаемого света и идентифицировать химические элементы и соединения, через которые прошел этот свет.

IRIS выявил, например, наличие водяного пара ( $\text{H}_2\text{O}$ ), углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) и озона ( $\text{O}_3$ ). Эти молекулы относительно легко обнаружить методом спектроскопии, поскольку они дают уникальный рисунок спектральных линий в инфракрасном диапазоне — полосе электромагнитного спектра непосредственно перед областью видимого света. Напротив, такие молекулы, как азот ( $\text{N}_2$ ), составляющий около 78% земной атмосферы, и кислород ( $\text{O}_2$ , 21%), не выявляются спектрографом IRIS, поскольку не дают характерного расположения спектральных линий в инфракрасном диапазоне. Разумеется, состав атмосферы Земли был прекрасно известен задолго до измерений «Нимбуса-3»,



но благодаря этому спутнику мы впервые взглянули из космоса на свет атмосферы нашей планеты. Сегодня изучение атмосфер отдаленных планет вне Солнечной системы является одним из самых многообещающих направлений исследования в рамках поиска внеземной жизни. До сих пор нам не удалось напрямую обнаружить инопланетную жизнь, но, возможно, химические следы ее присутствия в дальних мирах позволят установить ее существование.

Именно этот вопрос я и хочу обсудить в данной главе: каким образом атмосфера планеты может рассказать о ее обитаемости? Для начала узнаем, как атмосфера нашей родной планеты пришла к своему нынешнему состоянию, поскольку она не всегда была такой, как сейчас. Когда Земля формировалась около 4,5 млрд лет назад, она состояла главным образом из водорода и гелия — самых распространенных газов в газопылевом диске, где образуются планеты. Скорее всего, эта примитивная атмосфера просуществовала недолго: водород и гелий очень легкие, и гравитационной силы относительно небольшой планеты типа Земли недостаточно, чтобы их удержать. Кроме того, эти газы сдувал в космос солнечный ветер — поток высокоэнергичных частиц от Солнца. В ту отдаленную эпоху он, вероятно, был интенсивнее нынешнего, поскольку протосолнце находилось на ранней стадии развития. Частые столкновения с другими космическими телами — астероидами и планетезиμαлями — также приводили к потере первичного газового слоя вокруг Земли.

Изменение состава земной атмосферы произошло главным образом вследствие сочетания двух факторов: многократных вулканических извержений (они были обычны во времена, когда постепенно снижающаяся температура внутри Земли все еще оставалась очень высокой) и ударов комет и астероидов. Во время извержения вулкана в атмосферу поступает огромное количество водяного пара, углекислого газа и соединений серы, так что присутствие моле-



кул этих веществ в современной атмосфере Земли не удивительно. Принято считать, что азот и большая часть воды попали на Землю с астероидами. Поскольку углекислый газ, молекулярный азот и водяной пар тяжелее водорода и гелия, атмосфера, состоящая из этих веществ, сохранялась лучше первичной. Этому способствовала и земная магнитосфера — магнитное поле, окружающее Землю вместе с атмосферой и защищающее их от солнечного ветра. Благодаря сочетанию подходящей температуры и наличия магнитосферы Земля обзавелась не только атмосферой, но и круговоротом воды. На нашей планете вода, испаряющаяся с поверхности суши и океанов, по большей части конденсируется на определенной высоте, образуя облака, откуда водяной пар возвращается на землю в виде осадков. Например, атмосфера Венеры является настолько горячей, что испарившаяся вода не может конденсироваться в облака. В сочетании с отсутствием у Венеры защитной магнитосферы это привело к тому, что планета миллионы лет безвозвратно теряла воду. На сегодняшний день Венера является чрезвычайно сухой планетой.

Эти процессы объясняют появление в земной атмосфере различных газов, за исключением двух — молекулярного кислорода и озона, ныне содержащихся в ней в значительных количествах. Между тем молекулярный кислород исключительно химически активен и с легкостью вступает в реакции с другими веществами. В рамках химии трудно объяснить тот факт, что он составляет чуть более одной пятой атмосферы Земли.

Но дело не только в химии.

## Признаки или маркер жизни

На Земле молекулярный кислород ( $O_2$ ), состоящий из двух соединенных друг с другом атомов кислорода, а также озон вырабатываются живыми организмами. В результате



фотосинтеза земные высшие растения, например деревья и цветущие растения, становятся практически неисчерпаемым источником кислорода, что и объясняет его нынешнее изобилие в атмосфере. Молекула озона ( $O_3$ ), состоящая из трех атомов кислорода, возникает вследствие разрушения и рекомбинации молекулярного кислорода, из-за чего озон считается показателем высокой концентрации кислорода на Земле. До появления жизни количество кислорода было пренебрежимо мало, о чем свидетельствует химический состав древнейших минералов. На сегодняшний день принято считать, что первые живые организмы на нашей планете — прокариоты — возникли около 3,8 млрд лет назад. Это были относительно простые организмы, предшественники современных бактерий, — простые, но исключительно живучие и приспособляемые. В последующие 600 млн лет прокариоты колонизировали Землю и процветали, не ведая конкуренции, осваивая всевозможные комбинации «пищи» и метаболизма. Например, *метаногены*, как явствует из названия, выделяют в качестве отходов жизнедеятельности метан, а *Shewenella putrefaciens* питается трехвалентным железом ( $Fe^{3+}$ ) и выделяет двухвалентное железо ( $Fe^{2+}$ ), запасая высвобождающуюся при этом энергию. Другие прокариоты питались сульфатами, нитратами и цианидами. Если бы мы смогли получить инфракрасный спектр Земли в то время, то увидели бы на нем признаки наличия водяного пара, углекислого газа и, возможно, незначительного количества метана и соединений азота или серы, выделяемых этими организмами. Признаки озона совершенно точно отсутствовали бы. Для большинства наших древних предков кислород был таким же смертельным ядом, каким для нас является цианистый калий. Лишь когда концентрация кислорода в атмосфере стала достаточно высокой, возобладал дарвиновский естественный отбор и некоторые прокариоты научились пользоваться кислородом. Это стало ключом к успеху.



Эволюция от прокариот к более развитым одноклеточным организмам (эукариотам), а затем к многоклеточным заняла около миллиарда лет и стала одним из самых важных событий в истории жизни на Земле. Именно кислород, обеспечивающий намного больше энергии, чем все, что питало предшествующие формы, объясняет высокие темпы развития земной жизни. Организмы осваивали сложные процессы, меняющиеся на протяжении сотен миллионов лет в соответствии с текущими условиями существования. В последние 500 млн лет, отличающиеся умеренным климатом и изобилием пищи, успешной стратегией выживания стал гигантизм, о чем свидетельствует эра динозавров. Однако в период сокращения кормовой базы и ухудшения климата лидерство перехватили не столь крупные, но более адаптивные теплокровные — млекопитающие. Наши древнейшие предки прокариоты не исчезли с лица Земли, но вынуждены были спрятаться от кислорода в такие места, как гидротермальные источники и скалы с высоким содержанием металлов и силикатов. Эти укромные уголки до сих пор служат средой обитания экзотических сообществ микробов, вероятно очень похожих на самых первых обитателей Земли.

Еще одним гениальным достижением земной жизни стала эволюция самого важного биохимического процесса в известной нам Вселенной — фотосинтеза. С его помощью растения и некоторые бактерии могут запастись энергиею солнечного света в химических связях клеток своих тканей. Не будь фотосинтеза, высокоразвитая жизнь не смогла бы развиваться из-за нехватки пищи или возобновляемой энергии, достаточной для поддержания сложных организмов. Высшие растения имеют фотосинтезирующий пигмент хлорофилл, способный улавливать солнечный свет и производить глюкозу и молекулярный водород. Таким образом, высокое содержание кислорода в атмосфере является прекрасным примером «биомаркера» — признака, что на пла-



нете имеется или имелась когда-либо в прошлом жизнь. Для полноты картины следует упомянуть пурпурные сульфобактерии — чрезвычайно древние фотосинтезирующие организмы, использующие в процессе фотосинтеза не воду, а сероводород ( $H_2S$ ). В отличие от зеленых растений, эти бактерии не выделяют кислород.

## Теория Лавлока и определение биомаркера

Результаты спектроскопии, проведенной такими спутниками, как «Нимбус-3», полностью изменили наши представления о жизни на Земле. Со стороны она предстает одной из множества возможных форм существования, которые можно обнаружить, во всяком случае теоретически, направив телескоп на другую планету. Полеты к Венере и Марсу космических аппаратов, не обнаруживших никаких следов жизни, положили конец мифу об обитаемости двух ближайших к нам планет. В отношении Марса еще остается надежда найти подземные организмы или окаменевшие остатки погибших организмов (Моника Грейди писала об этом в главе 7). Некоторые шансы на обитаемость имеют ряд спутников Юпитера или Сатурна, где жизнь могла возникнуть самостоятельно благодаря разогреву приливными силами вследствие огромной силы притяжения планет-гигантов. Бесспорно, однако, что сложная жизнь в Солнечной системе существует только на Земле.

Благодаря развитию технологии мы теперь можем искать жизнь и за пределами Солнечной системы. Вероятность обнаружить ее где-либо во Вселенной растет пропорционально числу открываемых экзопланет (на начало 2016 г. их было около 2000). Мы имеем лишь самые базовые знания о большинстве открытых экзопланет, такие как масса и примерный размер. Но совсем недавно мы научились определять химический состав их атмосферы и температу-



ные условия. Изучать атмосферу экзопланет позволили два метода — транзитная и затменная спектроскопия и спектроскопия методом прямого наблюдения. Транзитный и затменный методы позволяют отделить измеряемые параметры планеты от параметров звезды, вокруг которой она вращается, благодаря изменению положения планеты относительно звезды, а именно когда она проходит перед диском звезды или скрывается за ним. Спектроскопия методом прямого наблюдения — многообещающая новинка, о которой рассказала в предыдущей главе Сара Сигер.

При помощи телескопов «Хаббл» и «Спитцер», а также наземных обсерваторий мы приступили к анализу ключевых химических компонентов и температурных характеристик самых перспективных транзитных экзопланет. Среди них преобладают горячие газовые планеты на очень близких к звезде орбитах. Совсем недавно нам удалось настолько усовершенствовать инструменты и методы анализа данных, что стало возможно определить основные черты атмосферы экзопланет типа «суперземля» — каменных планет с массой до десяти масс Земли. Однако исследованные на данный момент «суперземли» все-таки слишком горячие, чтобы рассчитывать на их обитаемость.

Новые методы прямого наблюдения начали приносить первые сведения об атмосфере молодых газовых планет, расположенных в значительном удалении от материнской звезды. Самыми значительными текущими проектами на основе этих методов являются Gemini Planet Imager для телескопа Gemini в Чили и SPHERE — инструмент телескопа VLT в пустыне Атакама, также в Чили. Другие ценные инструменты прямого наблюдения экзопланет созданы для телескопов в Калифорнии и на Гавайях.

Итак, как узнать, что планета пригодна для жизни, а возможно, и обитаема? Очевидно, самым важным для понимания происхождения и эволюции планет является знание об их химическом составе и состоянии атмосферы,



и без этих данных невозможно выдвигать какие-либо предположения о наличии на них жизни. Последние 50 лет ученые ломали головы над этой проблемой, и в ближайшие десятилетия нам, по всей видимости, удастся получить некоторые ответы, хотя многие препятствия до сих пор не преодолены. Законы физики универсальны — одинаковы в Лондоне, на Луне и на Проксиме Центавра, а Вселенная, по большому счету, однородна, однако у нас до сих пор нет научного определения жизни, применимого и за рамками наших знаний о жизни на Земле. На Земле кислород и озон являются газами биологического происхождения. Следует ли из этого, что нужно искать эти две молекулы на других планетах как доказательство их обитаемости? То есть являются ли эти газы универсальными биомаркерами или присутствуют лишь на Земле?

Джеймс Лавлок одним из первых попытался ответить на эти вопросы строго с научных позиций. В революционных статьях о внеземной жизни, опубликованных еще в начале 1960-х, он стремился дать универсальное определение жизни, которое являлось бы научным и в то же время практичным. Его интерес к этой теме был вызван ожидающимся запуском зондов НАСА «Викинг-1» и «Викинг-2», которые должны были сесть на Марс и наряду с прочим заняться поиском следов жизни на его поверхности. Лавлок скептически отнесся к всевозможным механизмам, с помощью которых его коллеги собирались искать эти следы, в том числе к маленьким ловушкам для марсианской живности. Лавлок утверждал: чтобы понять, может ли Красная планета быть обитаемой, нужно изучать не ее поверхность, а крайне слабую атмосферу. Состояние атмосферы необитаемой планеты очень близко к химическому равновесию — именно это и обнаружили «Викинги», вследствие чего Лавлок сделал вывод, что на Марсе жизни нет. Как я объясняла в предыдущем разделе, содержание кислорода и озона в нашей атмосфере стало увеличиваться после появления



многоклеточных, так что ныне атмосфера Земли содержит бесспорное свидетельство наличия живых существ, которые насыщают ее кислородом. Если бы жизнь на Земле вымерла, кислород и озон также быстро исчезли бы, поскольку вступали в реакции с другими химическими соединениями вплоть до достижения равновесия. Земными биомаркерами являются сезонные колебания концентрации  $\text{CO}_2$ , потому что растения находятся в состоянии вегетации летом и замирают на зимний период, а также так называемый «сигнал красного края». Это остроумное наблюдение заслуживает некоторых пояснений. В ходе фотосинтеза растения поглощают свет преимущественно видимой части спектра, а инфракрасный свет с большой длиной волны просто отражают. Эта «отражательная способность» растительности сразу же выявляется в ходе спутниковых измерений. Построив график зависимости интенсивности света от длины волны, мы увидим резкий спад (красный край) при переходе от более длинных (инфракрасных) волн к более коротким (волнам видимого света).

Метод обнаружения вероятной жизни на планете по составу ее атмосферы применим и к экзопланетам. Данное Лавлоком определение биомаркера — по сути химически неравновесного состояния, вызванного наличием живых организмов, — на данный момент является единственным научно-строгим понятием, которым мы располагаем. Однако оно несовершенно, и возможно, что обитаемые миры при наблюдении ничем не будут выделяться из множества похожих планет. Главное, мы недостаточно представляем химический состав атмосферы экзопланет: находятся ли они по большей части в равновесном состоянии или в неравновесном, но вызванном абиогенными процессами, как это следует из компьютерного моделирования. Все, что нам сейчас доступно, — это изучать и наблюдать огромное число планет нашей Галактики, имеющих разные размеры, температуру и материнские звезды, пытаться понять, что могут



представлять собой миры предполагаемых инопланетян. Без этой информации, следовательно, и без общей картины мы рискуем без должных оснований объявить планету обитаемой исключительно в соответствии с вышеприведенным определением биомаркера.

## Одержимость поиском второй Земли

Поначалу поиск планет за пределами Солнечной системы вдохновлялся и направлялся стремлением обнаружить копию Земли — планету в точности такую, как наша. Однако охота за двойником Земли, будь то в нашей Галактике или во всей Вселенной, не только антинаучна, но даже не особенно интересна. Мысль, будто Земля является единственной или самой перспективной моделью обитаемой планеты, рождена невежеством, ограниченностью и антропоморфизмом, считающим нас самих и наш мир центром мироздания, как это было принято до Галилея. В Земле нет ничего особенного. Данные о твердых планетах, известных на сегодняшний день, заставляют нас изменить точку зрения.

Спутник НАСА «Кеплер» был запущен больше 20 лет назад для поиска аналогов Земли рядом с солнцеподобными звездами. Статистический анализ данных «Кеплера» показал, что размер Земли не имеет решающего значения, что это скорее случайность в многообразии размеров твердых планет. Я имею в виду, что планеты в два раза больше или в половину меньше Земли в принципе тоже могут быть обитаемыми. Что же касается Солнца, то теперь мы знаем, что это весьма средняя звезда, не слишком большая и не слишком маленькая, находящаяся на середине своего жизненного цикла. Могла ли возникнуть жизнь на планете возле звезды меньше и холоднее или больше и горячее Солнца? Почему бы и нет? Даже отбросив крайности — слишком массивные и нестабильные или слишком активные



звезды, — мы все равно получим множество возможных вариантов.

Что еще можно измерить в ходе поиска обитаемых миров? Например, температуру. Если мы считаем, что жизнь обязательно имеет углеродную основу и химические связи, аналогичные тем, что сформировались у земной жизни, то температура на планете не должна слишком отличаться от земной. Это, казалось бы, противоречит моему призыву расширить пределы допустимого, но жизнь на Земле действительно имеет в своей основе самые распространенные элементы во Вселенной: водород, углерод, азот, кислород. Кроме того, в областях формирования звезд или планет, а также комет были обнаружены многочисленные сложные органические молекулы, в том числе аминокислоты, строительные блоки белков и предшественники нуклеотидов, компонентов ДНК и РНК — нашего генетического материала. Мы, безусловно, «сделаны» не из уникальных или редких компонентов. Именно потому, что составляющие жизни, какой мы ее знаем, повсеместно распространены во Вселенной, представляется логичным взять углеродную основу жизни за рабочую гипотезу. В таком случае температура на обитаемой планете не может быть какой угодно. Слишком высокая непоправимо разрушила бы структуру органических молекул, а слишком низкая замедляла реакции настолько, что жизни в принципе было бы трудно зародиться.

Земная жизнь также крайне зависима от воды как химического растворителя. Давно ведутся споры о том, могут ли выполнять химические функции воды другие растворители, например аммиак, но все эти построения пока остаются гипотетическими. Если мы хотим придерживаться строгого научного подхода, то не можем исключить жидкую воду из списка необходимых для жизни ингредиентов. В конце концов, мы знаем, что это принципиальное требование большинства сложных органических молекул. Следователь-



но, условие наличия воды в жидком состоянии ограничивает интервал температур и давлений на пригодных для обитания планетах.

Теперь, выйдя в поисках жизни за пределы Солнечной системы, мы переключили внимание на столь отдаленные миры, что анализ атмосферы, возможно, является единственным доступным нам способом установить, обитаемы ли они. Что именно является биомаркером и как объяснить неравновесное состояние атмосферы — основополагающие вопросы в этом поиске. И хотя этого нельзя гарантировать, однажды мы можем наткнуться на планету, атмосфера которой со временем меняется и имеет высокое содержание водяного пара и кислорода...

На момент написания этой книги каталог пригодных для обитания экзопланет (<http://phl.upr.edu/projects/habitable-exoplanets-catalog>) содержит около 33 кандидатов — твердых планет с температурным интервалом, необходимым для присутствия воды в жидком состоянии.



# Что дальше? Завтрашний день поиска внеземного разума

Сет Шостак

Есть ли жизнь за пределами Земли? Многие древние культуры отвечали на этот вопрос утвердительно и описывали в мифах небеса, населенные богами и фантастическими существами.

С появлением телескопов люди узнали, что аристотелевские объекты, именуемые планетами, являются самостоятельными мирами, и стали рисовать инопланетян похожими на самих себя. Небеса по-прежнему мыслились обжитыми, но уже не греческими богами, а кем-то вроде людей. В этом сходились и ученые, а начиная с XIX в. писатели-фантасты. Среди образов космических жителей почти не представлены, например, микробы, хотя именно они, скорее всего, являются самой распространенной формой инопланетной жизни.

Неудивительно, что в массовом сознании поиск внеземной жизни фактически приравнен к поиску гуманоидов. неизбежным следствием такого подхода является предположение, что инопланетяне в основном похожи на нас или, по крайней мере, на наши представления о собственных потомках. Это молчаливое допущение в комплексе с наши-



ми знаниями физики и анатомии порождает такие проекты, как SETI (поиск внеземного разума), ставящие своей целью обнаружение электромагнитных сигналов, намеренно или случайно посылаемых в космос инопланетными социумами.

Первые эксперименты в рамках SETI были просто попытками с помощью чувствительного радиоастрономического оборудования услышать трансляции ближних звездных систем. Их дополнили эксперименты по обнаружению коротких вспышек лазерного излучения или стабильных источников монохроматического света — так называемый «оптический SETI»\*. Следует отметить, что аббревиатура SETI является общей для любых попыток подтвердить существование внеземного разума электромагнитным излучением искусственного происхождения.

Казалось бы, современный радиопоиск SETI имеет широкий охват, но на деле его возможности ограничены. Чтобы разработать эксперимент, имеющий практическую ценность, нужно задать определенные пределы частот и диапазонов, силы и длительности сигнала. Делается это в силу убеждения, что нашего знания физики более чем достаточно, чтобы спрогнозировать предпочитаемый метод межзвездного обмена сигналами. От ученых XIX в., пытавшихся поймать солнечные зайчики от марсианских зеркал, мы отличаемся тем, что мним себя знатоками коммуникации любого развитого общества.

Еще более смелым допущением исследователей, занятых SETI, является мысль, что у равных нам (или, скорее, пре-

---

\* Программы SETI в России проводятся в Специальной астрофизической обсерватории РАН. Оптическая программа SETI, о которой говорит Шостак, начиналась под руководством Викторией Шварцмана на БТА, эксперимент MANIA, и в настоящее время продолжается на роботизированном телескопе ММТ под руководством Григория Бескина в рамках изучения быстрых транзиентов. На радиотелескопе РАТАН-600 совместно с МГУ проводится мониторинг звезд — кандидатов на наличие планет с развитыми цивилизациями. — *Прим. науч. ред.*



восходящих нас) соседей по Галактике есть какая-то причина демонстрировать свое присутствие. Вероятно, именно поэтому мы рассуждаем об инопланетных «обществах» — мощных разнородных культурах, которые испытывают потребность в коммуникации, порождающую интенсивный обмен сигналами.

## Как осуществляется SETI

Схема, используемая в большинстве современных экспериментов SETI, восходит к так называемому проекту «Озма», задуманному и осуществленному астрономом Фрэнком Дрейком в 1960 г. Большими антеннами — радиотелескопами — обшаривается небо в поисках узкополосных радиосигналов (или компонентов сигнала), излучаемых возможным инопланетным передатчиком. Такой подход можно считать устаревшим в свете все более активного использования широкополосной связи на Земле. Тем не менее он присущ ныне используемой технологии, хотя в будущем его, возможно, удастся изменить благодаря совершенствованию вычислительной техники. Кроме того, узкополосная трансляция имеет наилучшее отношение сигнала к шуму при любой мощности. Иначе говоря, если вложить предельную мощность передатчика в предельно узкий диапазон частот, получится сигнал, который не утонет в неизбежных помехах космоса и принимающей аппаратуры.

Антенны SETI ориентированы на ближайшие к нам звезды (это так называемый целенаправленный поиск) либо исследуют обширные участки неба, разбитые на области размером с радиус действия приемника. Важно, что в обоих случаях рабочий цикл — период времени наблюдения в любом избранном направлении — является очень коротким, следовательно, позволяет обнаружить только постоянный сигнал.

Временное ограничение свойственно и экспериментам так называемого оптического SETI — наблюдению систем



отдельных звезд с использованием традиционных оптических телескопов в надежде заметить короткие вспышки света.

На сегодняшний день достоверных сигналов, доказывающих существование внеземного разума, не обнаружено, однако «подсластить пилюлю» может тот факт, что и охвачено пока совсем немного планетарных систем — лишь несколько тысяч были обследованы высокочувствительным оборудованием в широком диапазоне частот. Так что следует задаться вопросом, сколько звезд нужно исследовать, чтобы можно было надеяться на успех. По разным оценкам, в нашей Галактике имеется от 10 000 до 1 млн мест, откуда, возможно, передаются сигналы достаточно сильные, чтобы современные инструменты SETI могли их уловить. Если «реальное» количество источников искомого сигнала находится в этом интервале, то для его обнаружения потребуются тщательно обследовать системы нескольких миллионов звезд. Это обнадеживающий результат для адептов SETI, но важно отметить, что оценки, на основе которых он получен, являются сугубо умозрительными.

## **Базовое — и, возможно, ложное — допущение**

Разумные инопланетяне, которых мы ищем, представляются нам расширенной и дополненной версией нас самих. Мы полагаем, что, какими бы они ни были, в техническом отношении они будут примерно на одном уровне с нами и, скорее всего, нам удастся поймать сигнал, посланный видом, равным человечеству в технологическом отношении. Но этому предположению противоречит фактор времени.

1. Любая обнаруживаемая разумная жизнь должна достичь как минимум нашего уровня технологического развития — фактически даже *превосходящего* наш, поскольку SETI в его нынешнем виде не спосо-

бен принять львиную долю межзвездных сигналов даже от ближайших звезд. Чтобы мы могли их услышать, инопланетяне должны располагать более мощными передатчиками, чем имеющиеся у нас в настоящее время.

2. Вероятность успеха — которую часто вычисляют с помощью знаменитого уравнения Дрейка (см. главу 17) — внушает оптимизм только применительно к долгоживущим источникам сигнала, т. е. находящимся «в эфире» продолжительное время. В этом отношении под «долгоживущими» принято считать длящиеся по меньшей мере 5000–10 000 лет. Следовательно, технически продвинутые существа, сигналы которых мы можем надеяться обнаружить, имеют цивилизацию как минимум на несколько тысяч лет древнее нашей.
3. Если верить заявлениям специалистов, человечество создаст искусственный интеллект (ИИ), равный человеческому, в течение столетия. Даже если это слишком оптимистичная оценка и между изобретением радио и мыслящих машин должны пройти века, приходится сделать вывод: большинство обществ, которые мы привыкли считать целями SETI, уже имели все шансы создать искусственный интеллект, далеко превосходящий их собственный.

Из этого с неизбежностью следует, что, поскольку разработка ИИ происходит вскоре после изобретения радио и лазеров, огромная масса носителей разума в космосе (по определению, способных к коммуникации), скорее всего, представлена машинами, а не живыми организмами.

Этот факт угрожает самим основам, на которых строят свои рассуждения участники экспериментов SETI, прежде всего, мысли о том, что нам следует сосредоточиться на поиске сигналов, намеренно или случайно отправленных



обитателями планеты с благоприятными биологическими условиями, вращающейся вокруг другой звезды. Биологическая составляющая, возможно, обязательна для разума прошлого и настоящего — но не для будущего.

Какие последствия это имеет для наших экспериментов SETI? Машинному интеллекту нужен источник энергии и сырье, чтобы создавать новые детали и запчасти. Чтобы расти, а именно наращивать вычислительную способность, того и другого требуется все больше. Планеты являются источником металлов, очевидно служащих строительными блоками для этих искусственных существ, — но не только они. Астероиды содержат гораздо больше металлов, чем земная кора, и такое же положение дел, вероятно, наблюдается в других планетных системах. Что касается энергии, то лучистый поток, доступный на планете, ограничен только количеством энергии, выделяемой звездой (на Земле он примерно равен  $10^{17}$  Вт). Это серьезное ограничение, но его легко обойти, если отправиться в космос, покинув родную планету.

Данное обстоятельство заставляет усомниться в правоте исследователей SETI, сделавших объектом изучения планеты. Судя по прогнозам развития наших собственных технологий, с момента создания оборудования, способного генерировать мощные радио- или световые сигналы, до изобретения человекоподобного ИИ проходят считанные столетия. Если вспомнить, что лишь долгоживущие передатчики могут с разумной вероятностью быть обнаружены, станет очевидным: традиционная установка искать разум на благоприятных в биологическом отношении планетах может быть ошибочной.

Не исключено, что сообщество SETI совершенно напрасно встречает с таким восторгом открытие очередной потенциально пригодной для обитания планеты. Начать с того, что поиск таких миров опирается на допущение, что биологические создатели ИИ продолжают генерировать сигналы ради общения друг с другом, с другими биологиче-

скими организмами или с отбывшим в космос ИИ. Иными словами, если биологический разум продолжает существовать после появления ИИ, традиционные эксперименты SETI имеют определенный смысл. Но есть и иная возможность — что ИИ полностью вытесняет своих биологических предшественников.

Разумеется, мы не имеем представления о том, что происходит с обществом после создания искусственного разума. Нет оснований предполагать, что ИИ станет сознательно истреблять своих биологических создателей. У него для этого не больше причин, чем у *Homo sapiens* — намеренно уничтожать предков-приматов. Тем не менее многие виды обезьян, сформировавшиеся раньше нас, находятся под угрозой исчезновения. Возможно, по крайней мере, что ИИ, появившись на Земле, подомнет под себя ресурсы планеты — сырье, энергию и пространство, и вытеснит *Homo sapiens*, как мы вытеснили человекообразных обезьян. Общества способных к коммуникации разумных биологических видов обладают, вероятно, очень коротким сроком жизни, соответственно, и шансы обнаружить их малы.

Какова вероятность найти ИИ? Как представляется, чем более совершенны носители искусственного разума, тем дальше они от родной планеты, тем глубже в космос забираются в поисках мощных источников энергии и сырья для обеспечения собственного роста. Как далеко они переместятся — неизвестно, но понятно, что небольшие звезды (типа Солнца), обеспечивающие наилучшие условия для развития на планетах биосферы, едва ли заинтересуют представителей постчеловечества, стремящихся к самым эффективным источникам энергии. Звезды O-класса, намного более крупные и яркие, чем Солнце, имеют в миллион раз большую светимость. Поскольку они составляют лишь около 0,001% всех звезд, то расположены разреженно — в среднем на расстоянии нескольких сотен световых лет друг от друга. Эксперименты SETI, обходящие внимани-



ем звезды O-класса, рискуют упустить из виду эти источники высоких энергий.

## Где искать?

Итак, с уверенностью ограничить места поиска внеземного разума пригодными для обитания планетами невозможно. Где еще его можно искать? Очевидно, пока мы сами не создадим интеллект, равный человеческому, все наши рассуждения о его местообитании и поведении будут сугубо умозрительными и шаткими, но предложить несколько обоснованных рекомендаций все-таки можно.

1. *Сосредоточиться на зонах с высокой плотностью энергии.* Представляется, что машинный интеллект должен стремиться к безграничному наращиванию знания и способности мыслить хотя бы для того, чтобы предотвращать угрозу стихийных бедствий и конкуренции с другими устройствами. Очевидные объекты поиска — яркие звезды, а также окрестности черных дыр, в том числе ядра галактик.
2. *Обращать внимание на потенциальные свидетельства масштабного создания астроинженерных сооружений.* Высокоразвитый разум, возможно, создает такие объекты, которые мы попросту не можем охватить взглядом в своем скрупулезном сканировании неба. Например, неприродный источник инфракрасного излучения мог бы свидетельствовать о масштабном астроинженерном строительстве — скажем, роя коллекторов на орбите звезды. По предположению физика Фримена Дайсона, развитые общества могут создавать подобные рои спутников, чтобы обеспечивать себя энергией в огромном количестве. Сферы Дайсона вокруг солнцеподобных звезд способны вырабатывать около  $10^{26}$  Вт — намного больше, чем возможно использовать на планете, не разрушив ее климат.

Существующий на орбите ИИ не связан этим ограничением, следовательно, поиск инфракрасных маркеров сферы Дайсона, скорее, позволит обнаружить синтетический разум, а не биологические организмы. Однако этот подход идет вразрез с типичными экспериментами сторонников SETI. А ведь подобный поиск можно вести «на местах» с помощью существующих астрономических массивов данных.

3. *Искать сигналы, распространяющиеся по вероятным коридорам коммуникации.* Не ясно, общаются ли устройства ИИ друг с другом, но нельзя исключать, что у них имеется такое стремление. С учетом неограниченного срока жизни искусственного разума коммуникация даже на очень дальние расстояния представляется осуществимой и интересной как средство обмена информацией о различных участках Вселенной, наблюдаемых этими машинами. Линии, соединяющие пары черных дыр, а также центры галактик, можно считать вероятными коридорами такой коммуникации. Следовало бы обратить внимание на любую галактику, противоположащую центру нашей собственной, или на черные дыры, имеющие аналог на противоположной стороне неба.
4. *Обращать внимание на периодические «сигнальные» трансляции.* Это могут быть спорадические либо систематические мероприятия машин по обнаружению других подобных устройств или даже разумных живых существ, несмотря на естественное презрение к примитивному (с точки зрения ИИ) биологическому разуму.
5. *Реагировать на явные нарушения законов физики.* Мощественный и долгоживущий машинный разум, возможно, способен перестраивать космос на фундаментальном уровне.

Чтобы следовать некоторым из перечисленных рекомендаций, достаточно помнить о возможности обнаружить при-



знаки неприродных проявлений в ходе рутинных астрономических наблюдений. Другие требуют специальных экспериментов SETI, но необязательно именно тех, которые ставились до сих пор.

Что касается традиционных мероприятий в рамках SETI, то они продолжают и быстро наращивают количество звезд с планетарными системами, в которых ведется поиск сигналов. Есть ли у них какие-то шансы обнаружить ИИ?

Да, есть. Современные радиотелескопы сканируют небо лучом размером от 0,5 до 15 угловых минут на частотах около 1 ГГц (при более высоких частотах шаг еще меньше). Ширина луча — показатель сфокусированности инструмента: чем он меньше, тем уже поле поиска радиотелескопа. Используемые размеры луча соответствуют участкам неба, куда целиком умещается планетная система, даже близкая — находящаяся всего в 10 св. годах от нас. Следовательно, если ИИ остается в пределах системы своей родной звезды, то традиционные эксперименты SETI имеют некоторые шансы его обнаружить (при условии, что ИИ испускает сигналы). У оптических телескопов в силу законов оптики ширина аппаратной функции гораздо меньше, и при исследовании ближних звезд они рискуют упустить из виду ИИ, переселившийся к очень яркой звезде или в другое место, не благоприятствующее биологической жизни.

Из наших рассуждений вытекает, что обзор неба — исследования, охватывающие возможно бóльшую часть небесного пространства, — предпочтительнее целенаправленного изучения отдельных звезд, если искомый разум является искусственным. Кроме того, необходимо оборудование, надежно выявляющее крайне нестационарные сигналы. Вполне вероятно, что от ближайшего искусственного разума нас отделяет 100 или более св. лет, что означает, что любой радиосигнал, отправленный в процессе нашего с ним обмена, будет 100 лет преодолевать это расстояние, двигаясь со скоростью света. Никакой разум, будь то биоло-

гический или синтетический, в принципе не знает о нашем существовании, начавшем заявлять о себе в виде высокочастотных мощных радиосигналов всего лишь после Второй мировой войны. Этот разум может на пробу время от времени излучать в нашу сторону световой или радиосигнал — из чистого любопытства (возможно, заинтересовавшись присутствием в атмосфере Земли биогенных газов, с помощью которых наша планета сообщает космосу о наличии жизни уже 2 млрд лет). Честно говоря, я бы не рассчитывал на постоянные трансляции инопланетян в сторону Земли, которые считаются данностью в традиционных экспериментах SETI. Системы обработки данных, с высокой надежностью обнаруживающие нерегулярные сигналы, — вот что пригодилось бы SETI.

Если нам не посчастливится случайно перехватить сигналы — из чистого везения или благодаря нахождению на линии коммуникации между инопланетными ИИ, — можем ли мы надеяться, что разумные машины намеренно станут подавать нам сигналы? Положительный ответ на этот вопрос также предполагает сугубо умозрительное (да пожалуй, и спорное) предположение, что у них есть на это какие-то причины. Люди общаются с себе подобными, но не с существами, намного отстающими от них в своем развитии. Возможно, какие-то сигналы в направлении благоприятствующих биологической жизни планет подаются исключительно из любопытства. Другая возможность — это трансляция с помощью широкой диаграммы направленности, своего рода «сигнал-приветствие» с целью обнаружить другой ИИ или сообщить ему о собственном присутствии.

## Что, если мы добьемся успеха?

Представленный в этой главе общий взгляд на SETI — в особенности на базовые положения, лежащие в его основе, — поможет усовершенствовать эксперименты и, веро-



ятно, повысить шансы на положительный результат. В этой связи было бы безответственно не поднять вопрос о том, как успех SETI повлияет на дальнейшую историю человечества.

Ближайшие последствия обнаружения внеземной жизни едва ли скажутся сильнее, чем сказались на современниках Колумба его возвращение в Испанию после посещения американских континентов. Что именно он открыл, было неясно (что, если он приплыл в Японию?), сведения о культурах, с которыми он контактировал, практически отсутствовали. В случае SETI характеристики сигнала кое-что расскажут нам о местоположении и физическом состоянии отправителей, при условии что они находятся на планете. В противном случае мы почти ничего не узнаем — даже такой однозначный параметр, как примерное расстояние до передатчика, может остаться не определенным.

Иными словами, если SETI увенчается успехом, это будет замечательно, но не благодаря полученной информации. Мы лишь узнаем, что иная разумная жизнь действительно существует, и с философской точки зрения это будет потрясающий результат. Эпохальное открытие!

Со временем нам, возможно, удастся вытянуть закодированную в сигнале информацию, и, как уже было сказано, она почти наверняка поступит от разума, значительно превосходящего наш. О влиянии этого открытия на наши религиозные взгляды, чувство собственного достоинства и будущее нашего вида остается лишь гадать. Не исключено, что мы вообще не сумеем понять обнаруженный сигнал, и все, что нам останется, — знание о том, что мы не уникальны. С другой стороны, мы рискуем испытать разочарование сродни тому, что поразило японцев при знакомстве с более развитой математикой и естественными науками европейцев в XVII в. Мы можем усомниться, что способны управлять собственным будущим, и решить, что нечего и пытаться!

Даже при невозможности расшифровать сообщение, переданное в полученном сигнале, мы сумеем установить, что его источник не является биологическим. Это обстоятельство подкрепит прогнозы, согласно которым наше будущее включает появление интеллекта, превосходящего человеческий, более того, что именно это направление развития является наиболее вероятным.

Астрономы продолжают искать пригодные для обитания планеты, вращающиеся вокруг других звезд. Вероятно, в течение года, по мере обработки данных космического телескопа «Кеплер», мы откроем другие планеты, очень похожие на нашу Землю. Естественно будет предположить, что они породили жизнь, и даже, может быть, разумную. Но разум не обязательно остается там, где родился. Наоборот, даже наш собственный опыт заставляет думать, что разум покидает свою колыбель вскоре после изобретения радио.

Иначе говоря, биологический разумный вид может оказаться не более чем отправной точкой для чего-то намного более совершенного, одновременно живущего дольше и распространяющегося шире своих протоплазменных предшественников. Вот урок, который нужно усвоить: в поиске разума за пределами Земли мы не должны уподобляться динозаврам, ищущим других древних ящеров.





# Список рекомендованной литературы

Pale Blue Dot: A Vision of the Human Future in Space, Carl Sagan, Ballantine Books 1997. (Саган К. Голубая точка. Космическое будущее человечества. — М.: Альпина нон-фикшн, 2017.)

The Aliens Are Coming! The Exciting and Extraordinary Science Behind Our Search for Life in the Universe, Ben Miller, Sphere 2016.

Extraterrestrial Civilizations, Isaac Asimov, Ballantine Books, New York 1980.

Alien Life Imagined, Mark Brake, Cambridge University Press, Cambridge 2012.

What Does a Martian Look Like? Jack Cohen and Ian Stewart, Ebury Press 2003.

Our Cosmic Habitat, Martin Rees, Princeton University Press 2011.

Life in the Universe: A Beginner's Guide, Lewis Dartnell, Oneworld 2007.

Life As We Don't Know It, Peter Ward, Viking 2005.

Shapes, Branches and Flow (trilogy), Philip Ball, Oxford University Press 2011.

The Second Law, Peter W. Atkins, Scientific American Library 1984.

The Biological Universe, D.J. Dick, Cambridge University Press 1999.

Goldilocks and the Water Bears: The Search for Life in the Universe, Louisa Preston, Bloomsbury 2016.

The Vital Question: Why Is Life the Way It Is? Nick Lane, Profile 2015.

Life on the Edge: The Coming of Age of Quantum Biology, Jim Al-Khalili and John Joe McFadden, Black Swan 2015. (Аль-



Халили Д. Жизнь на грани: Ваша первая книга о квантовой биологии. — СПб.: Питер, 2017.)

Are We Alone? Paul Davies, Basic Books 1995.

Life Itself, Francis Crick, Simon & Schuster 1982. (Фрэнсис К. Жизнь как она есть: Ее происхождение и сущность. — М.: Институт компьютерных исследований, 2002.)

The Goldilocks Enigma: Why is the Universe Just Right for Life? Paul Davies, Penguin 2007.

The Eerie Silence, Paul Davies, Houghton Mifflin Harcourt 2010.

The UFO Book — Encyclopedia of the Extraterrestrial, Jerome Clarke, Visible Ink Press 1998.

UFO: The Government Files, Peter Brookesmith, Blandford Press 1996.

How UFOs Conquered the World: The History of a Modern Myth, D. Clarke, Aurum Press 2015.

Area 51 Viewers Guide, Glenn Campbell, Self-published 1993.

Area 51: The Dreamland Chronicles, David Darlington, Holt 1998.

Top Secret Majic, Stanton T. Friedman, Marlowe 1997.

Barlowe's Guide to Extra-terrestrials, Beth Meacham, Ian Summers, and Wayne D. Barlowe. Workman Publishing 1979.

Sharing the Universe, Seth Shostak, Berkeley Hills Books 1998.

Life Ascending: The Ten Great Inventions of Evolution, Nick Lane, Profile 2009. (Лейн Н. Лестница жизни: Десять величайших изобретений эволюции. — М.: АСТ, CORPUS, 2014.)

Creation: The Origin of Life/The Future of Life, Adam Rutherford, Penguin 2013. (Резерфорд А. Биография жизни. От первой клетки до геной инженерии. — М.: Лаборатория знаний, 2016.)

Abducted: How People Come to Believe They Were Kidnapped by Aliens, S. A. Clancy, Harvard University Press 2015.

Octopus, Jennifer Mather and Richard Anderson, Timber Press 2010.

The Soul of an Octopus, Sy Montgomery, Simon & Schuster 2015.

30 Second Brain, Anil Seth (editor), Ivy Press 2014. (Сет А. Мозг за 30 секунд. — М.: Рипол Классик, 2014.)

If the Universe Is Teeming with Aliens ... Where is Everybody?: Fifty Solutions to the Fermi Paradox and the Problem of Extraterrestrial Life, Stephen Webb, Copernicus 2002.





# Онлайновые ресурсы

Мы решили не ограничиваться указанием адресов сайтов, поскольку они постоянно меняются. Как замечает Даллас Кэмпбелл, в интернете огромное количество информации об НЛО. Есть дельные ресурсы, есть никчемные, сугубо развлекательные и совершенно бредовые. Хорошая отправная точка — сайт Иэна Ридпата (нынешний адрес: [www.ianridpath.com](http://www.ianridpath.com)). У Дженни Рэндлс накоплен огромный опыт в этой области (<http://www.ufoevidence.org/researchers/detail40.htm>). Конечно, стоит познакомиться с *Fortean Times* (<http://subscribe.forteanimes.com>) — журналом, с 1973 г. рассказывающим о «новостях непознанного» со здравым смыслом и чувством юмора. Если вести поиск шире, стоит обратить внимание на инопланетную тематику в интеллектуальных конференциях фонда TED (например, лекцию Натали Каброл «Почему мы считаем, что Марс может скрывать секрет внеземной жизни?» за март 2009 г. или тему от куратора конференции «Почему существование экстремофилов дает надежду найти жизнь в космосе?»). Список потенциально обитаемых экзопланет приводится на сайте Лаборатории по изучению обитаемости планет (<http://phl.upr.edu/projects/habitable-exoplanets-catalog>). Астрономический раздел цикла «Вселенная в учебной аудитории» Тихоокеанского университета предлагает доступные уроки по многим научным концепциям, связанным с инопланетянами и космосом (<http://www.astrosociety.org/publications/universe-in-the-classroom/>).





# Список обязательных к просмотру фильмов об инопланетянах от Адама Резерфорда

«Контакт» (1997). Джоди Фостер расшифровывает регулярный повторяющийся сигнал из системы звезды Вега и понимает, что это инструкция по устройству «кратовой норы» для контакта с другими цивилизациями. Фильм снят по роману и сценарию Карла Сагана, почему и вышел столь убедительным.

«Космическая одиссея 2001 года» (1968). Один из лучших фильмов в истории. Присутствие инопланетян в форме монолита — элегантное математически выверенное решение, основанное на том, что математика является универсальным языком: его параметры 1:4:9 — это квадраты целых чисел 1, 2 и 3.

«Нечто» (1982). Пришелец, умеющий менять облик, пытается выжить, копируя ученых антарктической исследовательской станции. Забавный факт: сюжет всего фильма раскрывается в первых словах о том, что собака — это не собака, а пришелец. Но слова эти произносятся на норвежском, и группа полярников остается в неведении, что близится катастрофа.

«Чужой», «Чужие», «Чужой-3». В первых двух фильмах ксеноморфы являются гуманоидами, но лишь потому, что вызревают внутри людей. В третьем (на мой взгляд, недооцененном) Чужой напоминает псовых, так как зародыш развивался в организме собаки.

«Чужие на районе» (2001). В ночь Гая Фокса пришельцы высаживаются в муниципальном микрорайоне Южного Лондона. Четверке подростков и медсестре приходится



защищать человечество от внеземных тварей, представляющих собой «чертову мешанину гориллы и волка».

«План 9 из дальнего космоса» (1957). Инопланетяне пытаются осуществить на Земле зловещий «План 9», предполагающий воскрешение недавно умерших людей (второразрядных культовых персонажей, включая Белу Лугоши, рестлера и вампиршу). Ультранизкобюджетный фильм категории «Б» режиссера Эда Вуда настолько ужасен, что это прекрасно.

А вот фильмы, которые смотреть не надо.

«Прометей» (2012). Жизнь на Земле создали мускулистые гуманоиды-инопланетяне, оставившие следы, по которым их можно найти. Все персонажи погибают по собственной глупости. Весь фильм — сплошная бессмыслица.

«Знаки» (2002). Страдающие водобоязнью пришельцы пытаются захватить Землю — планету, почти сплошь покрытую водой и имеющую жизнь, которая зависит от воды. Не самый разумный план вторжения!

# Об авторах

**НАТАЛИ КАБРОЛ** — астробиолог, специалист в области планетологии, с 2015 г. — руководитель Центра им. Карла Сагана по изучению жизни во Вселенной при Институте SETI. Она также является ведущим исследователем команды от Института астробиологии НАСА в Институте SETI, разрабатывающей новые методы обнаружения и изучения биологических маркеров в рамках запланированной на 2020 г. миссии к Марсу. Натали увлекается экстремальным дайвингом и альпинизмом и использует свои навыки в ходе исследований.

**ДАЛЛАС КЭМПБЕЛЛ** снимает научные телепрограммы для Би-би-си и других компаний и является автором ряда самых значимых документальных фильмов и передач последних лет: «Город будущего» (City in the Sky), «Британия у вас под ногами» (Britain Beneath Your Feet), «Охотники за сокровищами» (The Treasure Hunters), «Супердостижения Земли» (Supersized Earth), «Аэропорт в прямом эфире» (Airport Live), «Постигая звездное небо» (Stargazing Live), «Ночное небо» (The Sky at Night), «Утерянные города Египта» (Egypt's Lost Cities), «Сенсационное опровержение» (Bang Goes The Theory) и «Круче не придумаешь» (The Gadget Show). Он выступил в роли ведущего в документальном фильме Би-би-си «Уравнение Дрейка — в поисках жизни во Вселенной» (The Drake Equation — The Search for Life), посвященном историческим и научным основам этой фундаментальной и вечно современной формулы.

**МЭТЬЮ КОББ** — профессор зоологии Манчестерского университета, где он изучает чувство обоняния у личинок насекомых и преподает эволюционную биологию. Кобб — титулованный писатель и переводчик, в настоящее время рабо-



тающий над книгой по истории развития головного мозга. Его предыдущая книга «Величайшая тайна жизни: История взлома генетического кода» (*Life's Greatest Secret: The Race to Crack the Genetic Code*) была включена в шорт-лист книжной премии Уинтона британского Королевского общества.

ЛЬЮИС ДАРТНЕЛЛ ([www.lewisdartnell.com](http://www.lewisdartnell.com)) — астробиолог-исследователь Вестминстерского университета. Он ищет возможные пути сохранения микробиотической жизни, следов ее существования и способы их обнаружения на поверхности Марса, опалаемой космической радиацией. Льюис регулярно участвует в научных теле- и радиопрограммах и пишет книги, в числе которых «Жизнь во Вселенной: Руководство для начинающих» (*Life in the Universe: A Beginner's Guide*) и «Знание: Как воссоздать мир с нуля» (*The Knowledge: How to Rebuild our World from Scratch*) — книга года по версии *Sunday Times* ([www.theknowledge.org](http://www.theknowledge.org)).

ПОЛ ДЭНИЭЛС — физик-теоретик, специалист в области космологии, астробиолог и автор бестселлеров. Он является регент-профессором Университета штата Аризона, где также возглавляет центр изучения фундаментальных научных понятий. Ранее он преподавал физику, математику и астрономию в Великобритании и Австралии. Пол Дэниэлс внес весомый вклад в разработку теорий черных дыр, происхождения Вселенной и жизни. Он кавалер ордена Австралии V степени и обладатель множества научных наград, в том числе премии Темплтона. Его новая книга называется «Зловещая тишина: Неужели мы одни во Вселенной?» (*The Eerie Silence: Are We Alone in the Universe?*).

КРИС ФРЕНЧ возглавляет отдел изучения психологии животных психологического факультета колледжа Голдсмитс (Лондонский университет), состоит в Британском психологическом обществе и Комитете скептических рас-

следований и оказывает поддержку Британской гуманитарской ассоциации. Ему принадлежит свыше 130 статей и глав в книгах обширной тематики. В настоящее время основным предметом его научного интереса являются психологические предпосылки веры в паранормальные явления и сверхъестественный опыт. Он часто принимает участие в теле- и радиопрограммах о паранормальном в качестве скептика. Последняя из его опубликованных книг — «Психология животных: Исследуя паранормальные верования и контакты» (*Anomalistic Psychology: Exploring Paranormal Belief and Experience*).

МОНИКА ГРЕЙДИ — профессор в области планетарных и космических исследований физического факультета Открытого университета в Милтон Кейнсе. Она руководила крупными проектами изучения метеоритов, ее научной специализацией являются соединения углерода и азота, а одним из главных направлений деятельности — судьба углерода и воды на Марсе. Международный астрономический союз отметил ее вклад в этой области, назвав астероид 4731 в ее честь — *Monicagradu*. В июне 2012 г. она была удостоена звания командора ордена Британской империи за вклад в исследование космического пространства.

НИК ЛЕЙН — специалист по эволюционной биохимии в Университетском колледже Лондона, изучающий вопрос о том, как энергия направляла ход эволюции от зарождения жизни к возникновению сложных клеток. Четыре его книги получили широкую известность и были переведены на 25 языков. «Лестница жизни»\* (*Life Ascending*) удостоилась премии Королевского общества в категории научной литературы за 2010 г., а книгу «Жизненно важный вопрос» (*The Vital Question*) Билл Гейтс назвал «захватывающей

\* Лейн Н. Лестница жизни: Десять величайших изобретений эволюции. — М.: Corpus, 2014.



попыткой заглянуть в истоки жизни». В 2015 г. Ник был удостоен премии Биохимического общества за выдающийся вклад в молекулярную биологию, а в 2016 г. Королевское общество присудило ему премию Майкла Фарадея — главную награду Великобритании за популяризацию науки.

ДЖОНДЖО МАКФАДДЕН — профессор молекулярной генетики Суррейского университета. Основным предметом его исследований является генетика болезнетворных микробов. Он опубликовал более 100 статей в научных журналах по широкому спектру тем — от генетики бактерий, туберкулеза и идиопатических заболеваний до компьютерного моделирования хода эволюции. Макфадден является автором книги «Квантовая эволюция» (Quantum Evolution), изданной в 2000 г., соредактором сборника 2006 г. «Природа человека: Факт и вымысел» (Human Nature: Fact and Fiction). В 2014 г. увидел свет их с Джимом Аль-Халили совместный труд «Жизнь на грани: Ваша первая книга о квантовой биологии»\* (Life on the Edge: The Coming of Age of Quantum Biology). В настоящее время он работает над книгой о «бритве Оккама».

КРИС МАККЕЙ — ученый-исследователь Научно-исследовательского центра им. Эймса (НАСА), специалист в области планетологии и происхождения жизни. Он принимает активное участие в планировании миссий на Марс, в том числе пилотируемых. В рамках исследований суровых регионов Земли Крис посещает сухие долины Антарктики, Сибирь, Канадскую Арктику, пустыни Атакама, Намиб и Сахару, где изучает жизнь в экстремальных условиях. Он входил в команду исследователей в миссиях зонда «Гюйгенс» к спутнику Сатурна Титану в 2005 г., посадочного

---

\* Аль-Халили Дж., Макфадден Дж. Жизнь на грани: Ваша первая книга о квантовой биологии. — СПб: Питер, 2017.

модуля «Феникс», работавшего на Марсе в 2008 г., и Марсианской научной лаборатории, запущенной в 2012 г.

ЛУИЗА ПРЕСТОН — астробиолог, научный сотрудник Космического агентства Великобритании в Биркбеке (Лондонский университет). В рамках проектов НАСА, а также канадского, европейского и британского космических агентств она изучает земную жизнь в самых экстремальных условиях обитания, используя эти знания в качестве основы для понимания возможных форм существования внеземной жизни. Будучи активным пропагандистом научных знаний, она рассказывала о поиске жизни на Марсе на конференции TED в 2013 г. и написала книгу «Златовласка и тихходки: Поиск жизни во Вселенной» (Goldilocks and the Water Bears: The Search for Life in the Universe), недавно выпущенную издательством Bloomsbury Sigma. Вы найдете автора по адресу: [Twitter@LouisaJPreston](https://twitter.com/LouisaJPreston).

МАРТИН РИС — ученый, специализирующийся в области космологии и астронавтики и внесший заметный вклад в теорию эволюции звезд и галактик, черных дыр, Большого взрыва и мультивселенной. Он работает в Кембридже, являясь директором Института астрономии, профессором-исследователем и магистром Тринити-колледжа. В 2005–2010 гг. — президент Королевского общества. В 2005 г. был избран в палату лордов и в этом качестве уделяет основное внимание рискам, связанным с технологиями будущего. Рис неоднократно удостоивался международных премий за научную работу и является членом академий наук многих стран. Среди его книг для массового читателя следует отметить «До начала: Наша Вселенная и другие» (Before the Beginning), «Наш последний век» (Our Final Century), «Всего шесть чисел» (Just Six Numbers), «Наша космическая обитель»\* (Our

\* Рис М. Наша космическая обитель. — Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002.



Cosmic Habitat), «Роковое притяжение гравитации: Черные дыры во Вселенной» (Gravity's Fatal Attraction) и «Чего мы пока не знаем» (What we still don't know).

АДАМ РЕЗЕРФОРД — генетик, писатель и медийная персона. Он ведет популярную программу Би-би-си Radio 4 «Наука изнутри» и многие другие телевизионные и радиопередачи, а также является научным консультантом кинофильмов, в том числе «Война миров Z» (World War Z), «Кингсман: Секретная служба» (Kingsman: The Secret Service), «Бьюрк: Biophilia Live», «Жизнь» (Life), оscarоносного «Из машины» (ExMachina) и «Аннигиляция» (Annihilation) — нового творения Алекса Гарланда с Натали Портман, Оскаром Исааком и инопланетянином, которого вы никогда прежде не видели.

САРА СИГЕР — планетолог и астрофизик, стоявшая у истоков изучения огромного и непознанного мира экзопланет, автор революционных исследований по различным направлениям — от обнаружения атмосферы на планетах вне Солнечной системы до оригинальных теорий существования инопланетной жизни и инновационных концепций космических миссий. Прозванная «Индианой Джонсом астрономии», ныне она поглощена поисками «святого Грааля» планетологов — экзопланеты — близнеца Земли. Доктор Сигер получила научную степень в Гарвардском университете и является профессором планетологии и профессором физики Массачусетского технологического института. В 2015 г. она была избрана членом Национальной Академии наук США, в 2013 г. удостоена стипендии Мак-Артура и в 2012 г. названа журналом *Times* одной из 25 самых заметных фигур в исследовании космоса.

АНДРЕА СЕЛЛА — профессор неорганической химии Университетского колледжа Лондона, специализирующийся

в области синтеза материалов и уделяющий все больше внимания популяризации науке. Способствуя пониманию неочевидной на первый взгляд роли химии в нашей жизни, он ведет многочисленные телевизионные и радиопрограммы. Селла родился в Италии, учился в Кении, Канаде и Великобритании, ездит на велосипеде, не водит машину и старается избегать авиаперелетов.

АНИЛ СЕТ — профессор когнитивной неврологии и нейроринформатики Сассекского университета, основатель и содиректор Центра изучения осознанности Саклера. Он является главным редактором научного журнала *Neuroscience of Consciousness* (Oxford University Press) и автором 100 научных статей (в том числе двух об осьминогах), а также книг, среди которых «Мозг за 30 секунд»\* (30 Second Brain) и «Глазолмки»\*\* (Eye Benders), удостоенная Королевским обществом премии как лучшая книга для детей и юношества 2014 г. Он живет на побережье в Брайтоне и открыт для общения онлайн ([www.anilseth.com](http://www.anilseth.com), @anilkseth).

СЕТ ШОСТАК — ведущий астроном Института SETI, получивший ученые степени в Принстонском университете и Калифорнийском технологическом институте. Помимо профессиональных публикаций ему принадлежит более 500 научно-популярных статей по астрономии, технологии, кино и телевидению. Он уже десять лет возглавляет постоянную исследовательскую группу SETI в Международной академии астронавтики и ведет еженедельную часовую радиопрограмму Института SETI «Общая картина: наука» (Big Picture Science). Шостак является автором, редактором и соавтором нескольких книг, в том числе учебника астро-

\* Сет А. Мозг за 30 секунд. 50 самых сногшибательных открытий неврологии, рассказанных за полминуты. — М.: Рипол Классик, 2014.

\*\* Гиффорд К., Сет А. Глазолмки. Как увидеть и поверить в увиденное. — Ростов/н/Д: Феникс, 2015.



биологии и книги для массового читателя «Исповедь охотника за инопланетянами: Научный поиск внеземного разума» (Confessions of an Alien Hunter: A Scientist's Search for Extraterrestrial Intelligence).

ИЭН СТЮАРТ — профессор математики Университета Уорвика, член Королевского общества. Он опубликовал свыше 100 книг, в том числе «Как вывести инопланетянина» (Evolving the Alien) в соавторстве с Джеком Коэном, «Величайшие математические задачи» (The great mathematical problems: Marvels and Mysteries of Mathematics), «Невероятные числа профессора Стюарта» (Professor Stewart's Incredible Numbers), «Математические головоломки профессора Стюарта» (Professor Stewart's Casebook of Mathematical Mysteries), «Математика космоса» (Calculating the Cosmos: How Mathematics Unveils the Universe) и цикл фантастических бестселлеров «Наука Плоского мира» с Терри Пратчеттом и Джеком Коэном. Среди его многочисленных наград — медаль Фарадея от Королевского общества, золотая медаль Института математики и ее применений (IMA), премия Американской ассоциации содействия науке (AAAS) за популяризацию науки, медаль Зеемана от Лондонского математического общества и IMA, а также премия Льюиса Томаса.

ДЖОВАННА ТИНЕТТИ — профессор астрофизики Университетского колледжа Лондона, где она с 2007 г. руководит командой, изучающей экзопланеты, и член Королевского общества. В 2011 г. была удостоена медали Физического института Мозли за революционное использование ИК-спектроскопии пропускания для обнаружения молекул в атмосфере экзопланет.



Аль-Халили Джим

# ОДИНОКИ ЛИ МЫ во Вселенной?

Ведущие ученые мира  
о поисках инопланетной жизни

Руководитель проекта *И. Серёгина*  
Корректоры *М. Миловидова, С. Чупахина*  
Компьютерная верстка *А. Фоминов*  
Дизайнер обложки *Ю. Буга*

*Иллюстрация на обложке SchutterStock*

Подписано в печать 05.09.2017. Формат 60×90/16.  
Бумага офсетная № 1. Печать офсетная.  
Объем 18 печ. л. Тираж 5000 экз. Заказ №

ООО «Альпина нон-фикшн»  
123060, г. Москва  
ул. Расплетина, д. 19, офис 2  
Тел. +7 (495) 980-5354  
[www.nonfiction.ru](http://www.nonfiction.ru)

Знак информационной продукции  
(Федеральный закон № 436-ФЗ от 29.12.2010 г.)





## За пределами Земли

В поисках нового дома  
в Солнечной системе

Чарльз Уолфорт, Аманда Хендрикс,  
пер. с англ., 2018.

«Однажды люди научатся жить на Титане, самом крупном спутнике Сатурна». Этими словами начинается книга «За пределами Земли», написанная планетологом Амандой Хендрикс и научным журналистом Чарльзом Уолфортом. Не на Марсе, как считалось долгие годы, а именно на Титане, с его плотной атмосферой, щадящим климатом и неисчерпаемыми запасами топлива и воды, возможно создание автономной колонии. Аргументируя свою точку зрения, ученый и журналист показывают не только неизбежность и заманчивые перспективы освоения планет и спутников Солнечной системы, но и болевые точки государственного и коммерческого освоения космоса, политические, бюрократические и научные проблемы, которые препятствуют покорению иных миров. И все же это реальная перспектива, а не фантастический сценарий, убеждены авторы и заявляют своей верой читателя.



## Достучаться до небес

Научный взгляд  
на устройство Вселенной

Лиза Рэндалл, пер. с англ., 4-е изд.,  
2017, 518 с.

Человечество стоит на пороге нового понимания мира и своего места во Вселенной — считает авторитетный американский ученый, профессор физики Гарвардского университета Лиза Рэндалл, и приглашает нас в увлекательное путешествие по просторам истории научных открытий. Особое место в книге отведено новейшим и самым значимым разработкам в физике элементарных частиц; обстоятельствам создания и принципам действия Большого адронного коллайдера, к которому приковано внимание всего мира; дискуссии между конкурирующими точками зрения на место человека в универсуме. Содержательный и вместе с тем доходчивый рассказ знакомит читателя со свежими научными идеями и достижениями, шаг за шагом приближающими человека к пониманию устройства мироздания.



## Голубая точка

Космическое будущее  
человечества

Карл Саган, пер. с англ., 2-е изд., 2017,  
406 с.

Выдающийся популяризатор науки, прекрасный рассказчик, страстный пропагандист космоса, провидец, Карл Саган считает, что стремление странствовать и расширять границы знаний свойственно природе человека и связано с нашим выживанием как вида. В его искренней, захватывающей книге философские размышления переплетаются с восторженными описаниями триумфальных исследований планет и спутников с участием как человека, посетившего Луну, так и роботизированных миссий. Знакомя нас с нашими соседями по космосу, Саган не просто просвещает и восхищает читателя, он и помогает понять, как защитить Землю.



## Мир, полный демонов

Наука — как свеча во тьме

Карл Саган, пер. с англ., 4-е изд., 2017,  
537 с.

«Мир, полный демонов» — последняя книга Карла Сагана, астронома, астрофизика и выдающегося популяризатора науки, вышедшая уже после его смерти. Эта книга, посвященная одной из его любимых тем — человеческому разуму и борьбе с псевдонаучной глупостью, — своего рода итог всей его работы. Мифы об Атлантиде и Лемурии, лица на Марсе и встречи с инопланетянами, магия и реинкарнация, ясновидение и снежный человек, креационизм и астрология — Саган последовательно и беспощадно разоблачает мифы, созданные невежеством, страхом и корыстью. Эта книга — манифест скептика, учебник здравого смысла и научного метода. Яркий, глубоко личный текст не только битва с псевдонаукой, но и удивительная картина становления научного мировоззрения, величайших открытий и подвижников.



## Миллиарды и миллиарды

### Размышления о жизни и смерти на рубеже тысячелетий

Карл Саган, пер. с англ., 2017, 296 с.

В свойственной ему доходчивой и наглядной манере Саган показывает, как знания в области естественных наук и математики применяются в нашей повседневной жизни, а также рассматривает важнейшие проблемы, связанные с окружающей средой и будущим человечества. Сфера его интересов широка и разнообразна: он легко переходит от вопроса изобретения шахмат к возможности жизни на Марсе, от истоков нашего пристрастия к футболу к взаимоотношениям между США и Россией, от глобального потепления к дебатам о праве женщины на аборт. В последнем эссе, которое автор писал, борясь со смертельным недугом, представлены его откровения относительно любви к семье и личного отношения к смерти и Богу.



## Темная материя и динозавры

### Удивительная взаимосвязь событий во Вселенной

Лиза Рэндалл, пер. с англ., 2017, 506 с.

Что общего между темной материей и динозаврами, которые господствовали на Земле многие миллионы лет, а потом неожиданно вымерли? Считается, что причиной их гибели стало столкновение с кометой, однако никто не знает, почему она сошла со своей обычной орбиты. В этом шедевре научно-популярной литературы известный физик-теоретик Лиза Рэндалл предлагает свое объяснение. Именно темная материя, по ее мнению, могла направить роковую для динозавров комету к Земле. Хитросплетения астрономии и биологии в книге читаются как детективная история, в которой новые представления о темной материи помогают раскрыть не только тайны пяти массовых вымираний, но и истоки нашего существования.



## Руководство астронавта по жизни на Земле

Чему научили меня 4000 часов на орбите

Крис Хэдфилд, пер. с англ., 3-е изд., 2017, 324 с.

Кому не интересно узнать, как устроены жилые модули МКС, как в космосе чистят зубы, как едят, спят и ходят в туалет? Чему обучают космонавтов перед полетом и чем руководствуются при наборе команды? Какие навыки необходимы на орбите и почему они полезны в повседневной жизни на Земле? Крис Хэдфилд провел в космосе почти 4000 часов и считается одним из самых опытных и популярных астронавтов в мире. Его знания о космических полетах и умение рассказать о них интересно и увлекательно уникальны. Однако эта книга не только о том, что представляют собой полет в космос и жизнь на орбите. Это история человека, который мечтал о космосе с девяти лет — и смог реализовать свою мечту, хотя, казалось бы, шансов на это не было никаких. Это настоящий учебник жизни для тех, у кого есть мечта и стремление ее реализовать.



## Верхом на ракете

Возмутительные истории астронавта шаттла

Майк Маллейн, пер. с англ., 2017, 588 с.

Воспоминания американского астронавта Майка Маллейна посвящены одной из наиболее ярких и драматичных страниц покорения космоса — программе многоразовых полетов Space Shuttle. Опередившая время и не использованная даже на четверть своих возможностей система оказалась и самым опасным среди всех пилотируемых средств в истории космонавтики. За 30 лет было совершено 135 полетов. Два корабля из пяти построенных погибли, унеся 14 жизней. Как такое могло случиться? Почему великие научно-технические достижения несли не только победы, но и поражения? Маллейн подробно описывает период подготовки и первое десятилетие эксплуатации шаттлов. Мы узнаем о том, как выжирают и готовят экипажи, чем живут и дышат покорители космоса, о тайных пружинах и непростительных ошибках бюрократии, об умонастроениях простых американцев и противостоянии великих держав. Эту искреннюю книгу, часто грубоватую и совершенно неполиткорректную, без преувеличения можно назвать портретом эпохи.