

**ОБИТАТЕЛИ
ЗЕМНЫХ
ГЛУБИН**
О САМЫХ
СТРАННЫХ
СУЩЕСТВАХ
НА
ПЛАНЕТЕ

K A R E N L L O Y D

**INTRA-
TERRES-
TRIALS**

DISCOVERING
THE
STRANGEST
LIFE
ON EARTH

КАРЕН ЛЛОЙД

ОБИТАТЕЛИ ЗЕМНЫХ ГЛУБИН

О САМЫХ
СТРАННЫХ
СУЩЕСТВАХ
НА
ПЛАНЕТЕ

Перевод с английского
Татьяны Мосоловой



издательство **АСТ**

Москва

УДК 59
ББК 28.6
Л67

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage and retrieval system, without permission in writing from the Publisher

Художественное оформление и макет АНДРЕЯ БОНДАРЕНКО

Ллойд, Карен.

Л67 Обитатели земных глубин. О самых странных существах на планете / КАРЕН ЛЛОЙД;
пер. с англ. Т. Мосоловой. — Москва : Издательство АСТ : CORPUS, 2026. — 256 с.

ISBN 978-5-17-179829-1

Жизнь процветает в самых экстремальных местах на планете, от метановых источников на дне океана до арктической вечной мерзлоты, и там она не похожа ни на что нам знакомое. В своей книге “Обитатели земных глубин” биогеохимик и микробиолог Карен Ллойд рассказывает о поисках жизни под поверхностью Земли и о том, как новые открытия бросают вызов нашим представлениям об эволюционных связях и природе жизни вообще. Обнаруженные в последние десятилетия подземные организмы демонстрируют, как жизнь существует в условиях кипящей воды, чистой кислоты, отбеливателя. Обитатели земных глубин раздвигают границы того, что мы считали возможным: живые существа способны дышать горными породами и жить сотни тысяч лет, а то и дольше.

УДК 59
ББК 28.6

ISBN 978-5-17-179829-1

Copyright © 2025 by Karen G. Lloyd

- © Т. Мосолова, перевод на русский язык, 2026
 - © А. Бондаренко, художественное оформление, макет, 2026
 - © ООО “Издательство АСТ”, 2026
- Издательство CORPUS ®

Содержание

ВСТУПЛЕНИЕ	7
-------------------------	---

ЧАСТЬ I

Какова жизнь внутри Земли
и как мы об этом узнали?

ГЛАВА 1 Живет ли кто-то в земной коре?	19
ГЛАВА 2 Вгрызаемся в твердую землю.	35
ГЛАВА 3 Две ДНК-революции.	50

ЧАСТЬ II

Как обитатели земных глубин меняют
наше понимание жизни на планете?

ГЛАВА 4 Люди и другие растения	67
ГЛАВА 5 Как выжить в вулкане?	92
ГЛАВА 6 Дышим минералами.	112
ГЛАВА 7 Жизнь на грани возможного.	134

ЧАСТЬ III

Как обитатели земных недр влияют на наше понимание самих себя?

ГЛАВА 8	Бессмертные микробы	157
ГЛАВА 9	Переосмысливаем свое происхождение	181
ГЛАВА 10	Равновесие — это смерть	196
ГЛАВА 11	Что обитатели земных недр могут сделать для нас?	211
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	Наше (возможное) будущее	233
	Благодарности	243
	Список литературы	247

ВСТУПЛЕНИЕ

Пробуждаясь ото сна утром того дня, который *мог* стать днем моего первого глубоководного погружения, я стала молиться, не обращаясь ни к кому конкретно: “Пожалуйста, пусть ноги не бьются о матрас!” Иначе это означало бы, что море слишком бурное, чтобы спустить погружной аппарат с борта нашего исследовательского судна, на котором мы жили и работали в Мексиканском заливе в сотнях километров от берега уже три недели. И второй случай мог не представиться. Когда мозг постепенно начал осознавать происходящее, я почувствовала запах бекона из камбуза, услышала звук работающего кондиционера и, к счастью, ощутила, что моя койка совершенно неподвижна, словно я на суше. Вода за бортом была гладкой как стекло. Идеальные условия.

Я спрыгнула с койки и стала собирать вещи для погружения. Когда речь идет о погружении под воду, моду диктуют инженерия и океанография. На дне океана всегда холодно, вне зависимости от того, в какой точке планеты вы находитесь, и наш батискаф “Джонсон-Си-Линк II” не предохранит меня от замерзания. Подводники на носу батискафа находятся в изумительной прозрачной камере из плексигласа, которая защищает их от холода и открывает великолепный полусферический вид на океан, но в этом уютном

местечке помещаются лишь один ученый и один пилот. Я была исследователем более низкого ранга (аспиранткой) и не имела возможности путешествовать в таких роскошных условиях. Мое место было в “гробу” в задней части батискафа. “Гроб” — это прямоугольный ящик, где бок о бок лежат второй ученый (в данном случае эта роль отводилась мне) и второй пилот, и у них так мало места, что они не могут даже сесть. С теми, кто находится на носу в сферической камере из плексигласа, общение происходит через наушники с микрофоном, а физически сфера и “гроб” отделены друг от друга. Поскольку “гроб” сделан из металла, мне предстояло оказаться в холоде океанских глубин безо всякой термоизоляции. А там могло быть смертельно (в буквальном смысле слова!) холодно. Первая версия “Си-Линка” оставалась на дне более суток, и два человека, находившиеся в задней части (одним из них был сын конструктора батискафа Эдварда Линка), погибли от переохлаждения и отравления углекислым газом. После той трагедии батискаф был усовершенствован ради повышения безопасности, так что теперь подобные события гораздо менее вероятны.

Вот поэтому я одевалась так, будто собиралась выходить на улицу зимой. Странно надевать шерстяной свитер, чтобы погрузиться в воду, — казалось бы, мокрый гидрокостюм лучше подходит для этой цели. Но использовать мокрый гидрокостюм в такой ситуации совершенно неразумно. Контакт с морской водой на глубине около километра под поверхностью океана возможен только в том случае, если в корпусе батискафа возникнет трещина. Но если это произойдет, я умру до того, как пойму, что случилось.

Одевшись соответствующим образом, я присоединилась к остальным членам экипажа погружного устройства, собравшимся на задней палубе корабля. Фрэнк (второй пилот) и я (второй ученый) забрались в “гроб” и закрылись в нем наглухо. Находясь в этом замкнутом пространстве, мы

не могли ничем управлять, что-либо решать или отбирать образцы. Мы здесь лишь для того, чтобы наблюдать, советовать и, возможно, спасти чью-то жизнь: Фрэнк объяснил мне, что, если три других человека окажутся недееспособными, я в соответствии с протоколом должна буду сбросить внешний балласт, так что погружное устройство выскочит на поверхность, как надувной мяч. Я внимательно наблюдала. Мне не хотелось стать аспиранткой, которая погубила своих спутников на дне океана, поскольку не смогла запомнить, на какие кнопки нажимать.

Спустя мгновение я почувствовала, как мощная лебедка в форме буквы А подняла нас с палубы корабля и бережно перенесла на поверхность воды, где погружной аппарат стал судорожно подпрыгивать. После окончательной проверки первый пилот отпустил воздушный балласт, и мы начали свободное погружение в океанские глубины. Фрэнк, с которым мы лежали валетом, сообщил, что будет спать, и пожелал мне приятного погружения. Я и подумать не могла о том, чтобы заснуть. Я нервничала.

Нужно понимать, что океан — не пустое пространство. Конечно, в нем плавают рыбы, киты и морские черепахи, но я имею в виду, что каждый *кубический сантиметр* океанской воды населен беспозвоночными животными и всякой другой скользкой плавучей мелочью. И когда вы погружаетесь на глубину, при контакте с батискафом вся эта мелочь излучает люминесцентный свет. В “гробу” с каждого бока есть небольшое “отверстие”. С моей стороны оно находилось у меня между плечом и щекой, и через него был прекрасно виден мерцающий океан (я старалась не обращать внимания на усиливающуюся боль в шее). Мимо проносились искорки света, внезапно озарившие длинное сегментированное тело красными, синими и лиловыми вспышками. Я могла бы часами, не отрываясь, вглядываться во тьму океана, наслаждаясь этой красотой.

Вскоре первый пилот снизил скорость, так чтобы плаучесть стала нулевой и мы не ударились о дно. Наконец-то я попала в то место, которое изучала на протяжении шести лет, но сама никогда не видела. Здесь было пусто. Но почему-то это мне понравилось еще больше. Океаны покрывают две трети поверхности Земли, но морское дно по-прежнему остается малоизученным. Очень невелика вероятность, что кто-нибудь когда-нибудь доберется до точно того же места, где я оказалась в тот день. Я почувствовала момент истины.

Пока на носу совещались, как переместиться оттуда, где мы сели, туда, куда мы хотели попасть, я с удивлением обнаружила, что жизнь на морском дне гораздо активнее, чем я предполагала. Я видела, что один глубоководный краб решил объявить нам войну: он угрожающе поднял крохотные клешни и замер, готовый разрушить наш батискаф. Мимо проплыла ярко-лиловая медуза, а по дну пронеслась скользкая длинная рыбина в поисках каких-нибудь беспозвоночных. Но больше всего мне нравились голотурии — морские огурцы. Туловище этих пассивных существ имеет форму полой трубочки длиной примерно в два банана, и они очень харизматичны. Целыми днями только и делают, что засасывают ил с одной стороны туловища и выбрасывают с другой. Они поглощают питательные компоненты из органических веществ в составе ила и выделяют чистейший морской песок.

Пока я наблюдала за этими подводными пылесосами, другие члены команды аккуратно вели наш батискаф по дну. В поисках пути на дне моря есть две главные трудности. Во-первых, поскольку океан топит спутниковые сигналы столь же эффективно, как людей, здесь не работает система GPS. Вместо этого мы создаем собственную систему координат X-Y с помощью акустических импульсов между погруженным устройством и кораблем. По этим сигналам мы опре-

деляем глубину и угол по отношению к кораблю, остальное вычисляется по теореме Пифагора. Во-вторых, свет от погружного устройства не способен победить океанскую тьму, так что у нас нет возможности обзирать все пространство. Подводные горы мы видим только тогда, когда на них на-талкиваемся. Сонары помогают избежать катастрофы, но невозможно понять, что вы находитесь всего в нескольких метрах от того места, куда хотите попасть. С помощью своей системы координат мы прокладываем путь в сторону цели, но потом в поисках конкретной точки вынуждены тыкаться, как слепые котята.

В тот день мы искали источники холодного метана, где древний метан из земных недр просачивается на поверхность морского дна через трещины, образовавшиеся в результате движения тектонических плит или геологического обнажения. Мы привыкли считать, что метан — это природный газ, которым пользуются для обогрева домов, но на морском дне это манна небесная (точнее, “манна из преисподней”). Метан — энергетически богатая пища в пустынном пространстве, поэтому живые существа собираются вокруг таких источников, как антилопы — у водополя в саванне. Здешние животные не питаются метаном, но они питаются поглощающими метан микробами (крохотными одноклеточными организмами, к числу которых относятся бактерии). И хотя метан вы не видите (если только его не так много, что он выделяется в виде пузырьков), вы понимаете, что нашли его источник, поскольку здесь кишмя кишат разнообразные моллюски, мидии, крабы, креветки, рыбы, морские анемоны и странные скользкие черви.

Лежа в батискафе и вытянув шею, чтобы наблюдать, как за моим неудобным иллюминатором проплывает морское дно, я сначала увидела обломки раковин, а потом торчащих из ила целых живых мидий, плотно прилепленных

друг к другу. По мидиям перебирались крабы, подъедая ниточки бактерий и беспозвоночных животных. Вскоре все дно, не покрытое мидиями, оказалось устлано ярким белым ковром бактерий *Beggiatoa*, превращающих вонючие сульфиды в жемчужины из чистой элементарной серы. Мы прибыли к метановому источнику! Батискаф остановился, и мы принялись за работу.

Накануне вечером я занималась тем, что приделывала металлические ручки в форме буквы Т к цилиндрическим пластиковым пробиркам для проб, чтобы их можно было присоединить к роботизированным зажимам в передней части нашего погружного устройства. Чтобы пробирки не уплыли при погружении, мы поместили их в пластиковые контейнеры и привязали на носу батискафа резиновыми лентами. Роботизированная рука могла такую ленту разорвать — и извлечь пробирку. В науке кустарные работы такого рода нередки: если вы занимаетесь чем-то таким, чем занимаются немногие, вы не можете просто купить в магазине нужное готовое оборудование. С помощью роботизированной руки первый пилот вынимал пробирки, заполнял их черным илом и возвращал обратно в пластиковый контейнер.

Пока шла работа, я лежала в своем маленьком “гробике” и время от времени переговаривалась с первым ученым о том, где отбирать образцы. Примерно через восемь часов первый пилот сбросил балласт, и мы начали получасовое всплытие.

Причина, по которой я так стремилась совершить это опасное путешествие, а потом немедленно стала обдумывать возвращение, заключалась в том, что я хотела ответить на вопрос, мучивший меня долгое время: *не прячутся ли в недрах Земли какие-то странные существа, способные изменить наши представления о жизни как таковой?* Давайте займемся этим вопросом?

Обитатели земных глубин

На протяжении всей моей научной карьеры я много времени уделяла изучению необычных микробов, живущих на дне океана, в вулканах и в арктической вечной мерзлоте, чтобы ответить на этот важный вопрос о скрытой жизни в недрах Земли. Благодаря моим усилиям и усилиям других ученых мы узнали, что жизнь существует даже на глубине нескольких километров под океанским дном — гораздо глубже, чем может опуститься подводное устройство. Вообще говоря, мы пока не смогли спуститься на такую глубину, где уже нет живых организмов. И почти все подземные формы жизни совершенно непохожи на те, что мы видим на поверхности: вопреки всем ожиданиям, земные недра оказались неплохой средой обитания для живых организмов, если только они не нуждаются в кислороде или многоклеточной организации. Нам повезло, и эти крохотные формы жизни могут приоткрыть завесу над самой большой загадкой — рассказать, как на нашей планете впервые зародилась жизнь, перевернуть наши фундаментальные представления о законах жизни и даже изменить понимание того, что есть живой организм. А в качестве подарка способны предохранить нас от нами же спровоцированных разрушительных тенденций, помогая ослабить последствия климатических изменений.

Биогеохимик Карстен Педерсен придумал термин *intra-terrestrials* для описания живых существ, в изобилии населяющих земную кору¹. *Intra* означает “внутри”, *terrestrials* — “земные”, а все слово целиком описывает “внутриземных” существ — обитателей земных глубин. Мне нравится этот термин, поскольку он отражает и странную “неземную” природу этих ранее неизвестных форм жизни. Я вовсе не собираюсь преуменьшать важность обнаружения новых видов *животных*: новые виды обезьян чрезвычайно инте-

ресны. Но большинство категорий видимых существ, обитающих на поверхности Земли, уже в целом определены. А вот открытия, которые мы делаем внутри земной коры, сопоставимы с обнаружением *всех* животных вообще и даже во сто крат важнее в связи с их эволюционной новизной по сравнению с уже известными формами жизни. Эти открытия, начавшиеся в конце 1980-х годов и продолжающиеся до сих пор, все с большей очевидностью доказывают, что раньше мы не знали о существовании важнейших ветвей на древе жизни².

Причина столь сильного отличия этих существ от уже изученных форм заключается в том, что мы как бы сосуществуем в разных мирах, хотя и населяем одну и ту же планету. Дэвид Валентайн, тоже биогеохимик, красочно описал “микробное чистилище в глубинах земной коры”, где процветают эти одноклеточные организмы: “Ограниченные снизу негостеприимными температурными условиями земных недр, обитатели земных глубин живут в условиях хронического недостатка энергии из пищи, поскольку слишком сильно удалены от солнечного света”³.

Как только мы заглядываем себе под ноги, в темные глубины земных недр и океана, перед нами возникает новый мир. И этот неизвестный мир заставляет задавать множество вопросов. Откуда эти существа получают энергию, не имея доступа к солнечному свету? Как они дышат без кислорода? И как долго они могут выживать в негостеприимных средах с такими значениями рН, как в чистой кислоте или в чистой щелочи? Ответы на эти вопросы (энергию они получают из химических реакций, дышат минералами, а жить могут тысячи или даже миллионы лет) показывают, что устоявшиеся представления о возможностях жизни, основанные на нашем ограниченном опыте в тонкой прослойке атмосферы на поверхности Земли, часто не соответствуют действительности.

Наше приключение, в ходе которого мы изучим эти организмы, я разобью на три части. В первой части книги я расскажу, что представляет собой этот подземный мир, как мы извлекаем из него живых существ и как можем “увидеть” эти микроскопические организмы с помощью секвенирования ДНК. Во второй части я объясню, как обитатели земных недр изменили наши представления об эволюционных связях между всеми живыми существами на планете, как они умудряются процветать в невообразимых условиях и как используют законы термодинамики* совсем иначе, нежели обитатели поверхности Земли. В третьей части я выдвину предположение, как эти существа изменяют наше понимание закономерностей жизни в разных временных рамках, позволяют по-новому взглянуть на происхождение жизни и, если мы грамотно поведем себя, помогут справиться с изменениями климата. Наконец, я попытаюсь предсказать, какой будет наша жизнь через тысячу лет, возможно, на других планетах, основываясь на новом расширенном понимании, достигнутом благодаря изучению обитателей земных глубин.

Путешествие, которое мы совершим в этой книге, полезно не только в интеллектуальном плане. Я хотела не просто рассказать, что мы узнали об этих новых формах жизни, но и описать, *как* были сделаны наши открытия. Для сбора образцов и для проведения исследований я отправлялась за обитателями земных недр в самые дальние точки планеты и хочу взять вас с собой на пустынное горное плато в Аргентине, в замерзшую арктическую тундру архипелага Шпицберген, на дно кратера действующего вулкана в Коста-Рике, к илистым берегам Северной Каролины, на дно океана.

* Определение из Википедии мне кажется достаточно полным: “Термодинамика — это раздел физики, который описывает тепло, работу и температуру и их связь с энергией, энтропией и физическими свойствами вещества и излучения”. — *Здесь и далее, если не указано иное, прим. автора.*