



НИЛ ШУБИН

КРАЯ
ЗЕМЛИ

CoRpus

ПУТЕШЕСТВИЯ К ПОЛЮСАМ
В ПОИСКАХ ПОНИМАНИЯ ЖИЗНИ,
КОСМОСА И НАШЕГО БУДУЩЕГО

Нил Шубин
Края Земли. Путешествия
к полюсам в поисках
понимания жизни, космоса
и нашего будущего

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=73026427

*Края Земли. Путешествия к полюсам в поисках понимания жизни,
космоса и нашего будущего:
ISBN 978-5-17-173987-4*

Аннотация

Знаменитый палеонтолог Нил Шубин совершал поразительные открытия в научных экспедициях в Арктике и Антарктике. Ему доводилось переживать полярные штормы, путешествовать при экстремально низких температурах, работать в сотнях километров от цивилизации – все ради того, чтобы расширить наши представления о мире.

Читая “Края Земли”, книгу одновременно веселую и серьезную, мы вместе с ним побываем на “танцплощадке динозавров”, некогда обитавших в тропическом климате современной Гренландии, поохотимся за сохранившимися во льдах метеоритами, познакомимся с удивительными существами, производящими собственный “антифриз”, и с жизнью в глубине

древних подледных озер. Вспомним отчаянных первопроходцев прошлого, рисковавших и порой жертвовавших жизнью в этих суровых регионах. И осознаем: все, что происходит на полюсах, не остается на полюсах – они тесно, непосредственно связаны с нашим прошлым, настоящим и будущим.

В формате PDF A4 сохранен издательский макет книги.

Содержание

Пролог	9
Глава 1	24
Красота воды	27
Жизнь на льду	38
Конец ознакомительного фрагмента.	50

Нил Шубин Края Земли

Путешествия к полюсам в поисках понимания жизни, космоса и нашего будущего

*Посвящается моим коллегам
по полярным экспедициям: вспоминая то, что
мы вместе пережили
и чему научились*

© Neil Shubin, 2025 All rights reserved

© Т. Мосолова, перевод на русский язык, 2026

© А. Бондаренко, художественное оформление, макет,
2026

© ООО “Издательство Аст”, 2026

Издательство CORPUS ®

АНТАРКТИКА

Южная
Африка

АТЛАНТИЧЕСКИЙ
ОКЕАН

ЮЖНЫЙ ОКЕАН

Аргентина

Море Уэдделла

Горы Ямато

■ Шельфовый ледник Ларсена

Шельфовый ледник Ронне

АНТАРКТИДА

⊕ Южный полюс

Море
Беллинсгаузена

Западная
Антарктида

Ледник Тузйтса

Ледник Бирдмора

Шельфовый
ледник Росса

Станция Мак-Мердо

Море
Росса

■ Станция "Восток"

■ Аллановы холмы

■ Ледник Обмана

■ Кровавый водопад

Земля
Адели

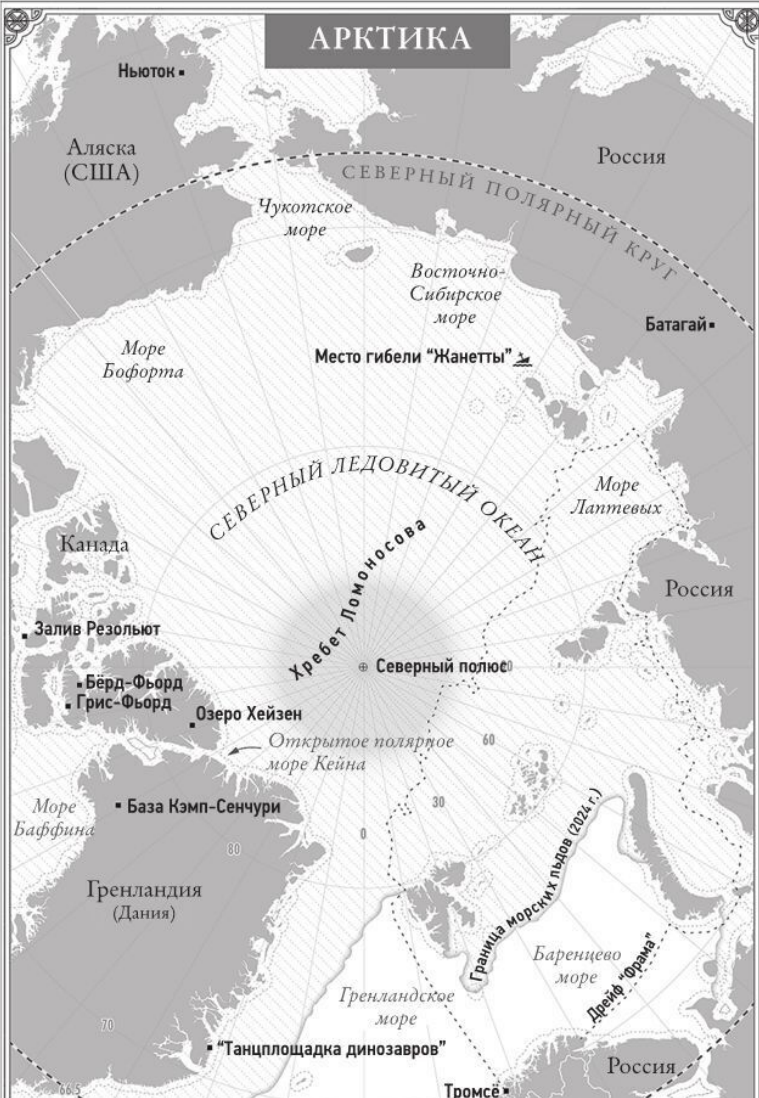
ЮЖНЫЙ ПОЛЯРНЫЙ КРУГ

ЮЖНЫЙ ОКЕАН

ТИХИЙ ОКЕАН

Крайстчерч

АРКТИКА



Пролог

Я сидел сгорбившись в маленьком винтовом самолете, упираясь коленями в наш багаж, состоявший из палаток, еды и снаряжения для сбора окаменелостей, и когда впереди показались берега Гренландии, почувствовал, что вот-вот коснусь проплывающих под нами айсбергов. Дело было в июле 1988 года, и я был единственным студентом (и новичком в экспедиционной и полевой работе) в группе с тремя ветеранами полевых палеонтологических исследований. Мы направлялись в Восточную Гренландию в поисках следов первых динозавров. Мы взлетели с широкой взлетно-посадочной полосы морского аэродрома вблизи Рейкьявика, где нас обогнал самолет, вылетающий для наблюдения за передвижениями советских подводных лодок. Конструкция нашего самолета позволяла приземляться на неровной поверхности или в тундре в отдаленных областях Арктики, и летел он так медленно, что я боялся, что мы рухнем на землю.

Оказавшись над Гренландией, пилот начал непростую работу по поиску безопасной посадочной площадки среди тундры и камней. Он стал снижаться в долине, окруженной красными и зелеными горушками и холмами с ледяными вершинами, высматривая свободную от валунов полосу земли длиной хотя бы в полкилометра. Пока самолет совершал крутые виражи, в иллюминаторах появлялись отвесные уте-

сы.

Я цеплялся за сиденье, повторяя про себя шутку про лы-
сых и седых пилотов, и вид седой шевелюры нашего капита-
на почему-то успокаивал. После трех или четырех попыток
он выполнил пробную посадку, коснувшись колесами тунд-
ры, чтобы проверить устойчивость почвы. Посадочные по-
лосы в Арктике – это глина, тундровая растительность и ва-
луны. Наконец, удостоверившись в правильности своего вы-
бора, пилот опустил нас на землю с такими толчками и под-
прыгиваниями, что вещи разлетелись по всей кабине.

Прогноз погоды был плохой, и пилоту нужно было сразу
возвращаться назад, так что мы быстренько выгрузили ба-
гаж, передавая его из рук в руки. Я был уже весь в грязи,
тогда как наш пилот, более чем активно помогавший с раз-
грузкой, умудрился остаться чистым и аккуратным. Рев уле-
тавшего самолета ознаменовал начало новой жизни на сле-
дующие шесть недель. Теперь наш мир состоял из скал, льда
и дикой полярной природы, а также из исследований, кото-
рые мы должны были выполнить.

Научная работа в полярных регионах требует преодоле-
ния эмоциональных, физических и организационных труд-
ностей ради решения фундаментальных вопросов о про-
шлом, настоящем и будущем нашей планеты. С этого перво-
го опыта в Гренландии и до моих собственных арктических
и антарктических экспедиций в последующие три десятиле-
тия мой первый трепет сменился благодарностью за возмож-

ность работать в самых необычных местах на Земле. Сколько раз вам удастся провести исследования там, где до вас побывало лишь несколько человек или вообще никто и никогда? И сделать это ради того, чтобы понять основы строения нашего мира и пути его возникновения?

Европейцы начинали полярные исследования из патристических побуждений, желая раньше всех добраться до крайних точек Земли на севере и на юге или извлечь из них пользу. В гонке за выход к полюсу или обнаружение северо-западного пути между Атлантическим и Тихим океанами страны соперничали друг с другом в попытках (часто трагических) первыми достичь той или иной точки. Научные открытия накапливались по мере создания карт новых земель и изучения их истории, жителей и климата. И, несмотря на соперничество, многие наши современные научные знания о полярных регионах являются результатом уникального по широте и альтруизму международного сотрудничества.

Начиная с 1870-го страны несколько раз объявляли Международный полярный год, в течение которого исследователи из разных стран объединялись для проведения геологических и метеорологических исследований на полюсах. Во время Международного полярного года в 1957-м ученые использовали специфическое буровое оборудование для бурения льдов Гренландии и Антарктики. Благодаря этим усилиям главы многих государств собрались за столом переговоров и разработали очень обширное и перспективное меж-

дународное соглашение. В 1959 году двенадцать стран подписали Договор по Антарктике, в соответствии с которым на территории Антарктики можно проводить только научные изыскания. Весь континент был объявлен зоной научных исследований, а не поделен между отдельными странами или их военными ведомствами. Составление такого договора в отношении Арктики не представлялось возможным, поскольку, в отличие от Антарктики, большая часть ее территории уже поделена между разными государствами. И хотя некоторые страны и частные компании пытались присваивать земли и ресурсы Антарктики (и истолковывать договор в собственных интересах), никто не мог предсказать важность научных открытий, которые были сделаны впоследствии.

В этой книге мы рассмотрим наш природный мир и удивительные пути его познания через призму полярной науки. Мы увидим, как исследования в Арктике и Антарктике позволяют обнаружить глубокие связи между океанами, климатом и всеми живыми существами – тонкую сеть взаимодействий, которая будет определять существование нашей планеты в последующие столетия. Лед приходил и уходил на протяжении миллиардов лет, и это формировало наш мир и проложило путь для появления нашего вида. Происходящие на полюсах процессы показывают, как сильно могут измениться топография, климат и жизнь – иногда в мгновение ока по геологической шкале. Удивительная приспособ-

ленность живых существ к экстремальным условиям обитания позволяет понять, как могла возникнуть жизнь и как она адаптируется к экстремальным климатическим условиям. Кроме того, внутри льда хранятся фрагменты метеоритов, которые упали на Землю много тысячелетий назад и рассказывают о происхождении нашей Солнечной системы.

Научные открытия начались с того самого момента, когда люди впервые попали на полярные льды: ученые зачастую работали в маленьких полевых лагерях или на станциях в таких условиях, когда тело замерзает за считанные минуты, а самодельное оборудование для работы и быта приходит в негодность. Эти научные открытия стали результатом науки другого рода – науки освоения полюса. Успех пришел благодаря использованию техники и опыта коренных жителей, поселившихся в этих местах тысячи лет назад, а также европейских первооткрывателей, прибывших столетия спустя. Человечество расширяло знания о полярном мире за счет упорства, работоспособности, прозорливости – и потерь.

Арктика и Антарктика нагреваются, и полярные соглашения накаляются с такой же скоростью, с какой плавятся льды и исчезают виды организмов. Закрывается наше хрупкое окошко в мир познания космоса, планеты и нас самих. Наука о самых удаленных уголках Земли (и история о людях, которые там работают) становится все более неотложной и важной.

Тогда, в 1988 году, оказавшись на земле, мы не могли долго наслаждаться видами. Погода на полюсе меняется быстро, и нам нужно было немедленно соорудить укрытие. Следуя указаниям трех моих товарищей – Фариша, Чака и Билла, – я начал разворачивать палатки и снаряжение и рыться в багаже в поисках веревок, молотков и стоек для палаток. Каждому из троих моих спутников отводилась особая роль: Фариш, профессор и бывший моряк, отдавал распоряжения, опытный полевой исследователь Билл делал абсолютно все – от приготовления этуфе из креветок во время песчаной бури в пустыне до обработки гноящихся ран в кухонной палатке, тогда как Чак отличался острым зрением и умел находить окаменелости среди камней. Моя роль оставалась неясной (за исключением того, что я привез с собой книги Барри Лопеса, тома по истории освоения полюса и полевые атласы птиц).

Когда палатки были установлены, а продукты уложены, я начал осознавать ситуацию. Моя связь с миром природы формировалась в пяти тысячах километров к югу, среди зелени растений, в цикле ночной тьмы и дневного света, при возможности общения с другими людьми, обилии пищи и доступности медицинской помощи. В этом новом пейзаже оказался бесполезным весь мой чувственный опыт, позволявший мне воспринимать время, расстояние и окружающие события. Теперь моя судьба зависела от моих навыков, от трех моих спутников и сложной коммуникационной связи с

ближайшими поселениями. В этой чуждой и опасной местности (и из-за печального отсутствия у меня полевого опыта) моя палатка стала моим спасательным жилетом в бесконечных полярных просторах. Я постоянно возился с узлами, веревками и стойками с маниакальным желанием создать идеальное укрытие. Однако я должен был не только как-то выжить в этом мире, но в первую очередь выполнить научную работу, ради которой мы сюда приехали.

Скоро стало ясно, что наука и, вообще говоря, сама жизнь в Арктике подчиняются законам полярной погоды, ландшафта и логистики. Грязь, булыжники и лед, особенно при встречном ветре, могут замедлить передвижение до нескольких километров в день. Оборудование, которое классно выглядело в каталоге и хорошо работало в экспериментах в университетском дворе, при отрицательной температуре или сильном ветре часто отказывает. Вертолеты, самолеты и другие моторизированные средства передвижения ломаются самым неожиданным образом, а запчасти могут находиться на огромном расстоянии. Из-за всех этих сложностей каждая неделя полевых исследований требует нескольких недель домашних приготовлений. И все равно даже замечательно разработанные планы, путевые листы и задачи могут разлететься в пух и прах, когда вы оказываетесь на месте. Как однажды заметил Майк Тайсон о боксе, “у каждого есть план, пока ему не дадут по морде”. И когда на полюсе ваши планы рушатся, лучшей стратегией становится терпение – терпение в отно-

шении погоды, товарищей по экспедиции и, самое главное, собственных эмоциональных и физических возможностей.

В середине лета на полюсах солнце никогда не заходит, но в течение дня выписывает на небе гигантский овал. Мы прибыли из мест, расположенных ближе к экватору, и были настроены на ритм смены света и темноты раннего лета, поэтому на протяжении первой недели в лагере нас никак не покидало ощущение джетлага. Когда организм активен ночью и в неподходящее время хочется есть, возникает ощущение рассинхронизации. Но у полярного дня есть свой специфический ритм. Когда в середине ночи на землю падают косые солнечные лучи, температура может понизиться почти на двадцать градусов. Ледниковые реки, которые в полдень гремели как бурные потоки, в три утра текут плавно и бесшумно. И жизнь тоже успокаивается и замирает. Пчелы, в полдень жужжавшие над низкорослой растительностью тундры, в полночь опускаются на землю. В четырех тысячах километров к югу, где-нибудь в Чикаго, в Нью-Йорке или в Лондоне, мы распознаем день и ночь по уровню освещенности. На полюсах индикаторами времени могут служить звуки.

Часто повторяют, что мы заполняем неизвестность знакомым опытом, ожиданиями и страхами. Аналогичным образом в полярных регионах виды и звуки поначалу вызывают знакомые домашние ощущения. Бурлящая талая вода в ледяных реках производит пронзительный и оглушающий ро-

кот, напоминающий вой сирен, грохот движущегося поезда или городской шум в центре Чикаго. Когда двигался лед, я часто с удивлением узнавал звук шипящего на сковороде бекона. Слыша громopodobные звуки, я непроизвольно смотрел в небо, пока не вспоминал, что на самом деле они идут снизу – это трещит лед. Груды камней, подвижные ледниковой водой, поначалу наводили на мысль о строительных бульдозерах. Сочетание снега, ветра и света на льду производило волшебный эффект, очерчивая скошенные углы и острые глыбы, как будто они созданы резцом современного скульптора. Мы давали неформальные названия местам, напоминающим что-то знакомое: плато, пики и горные хребты получали имена университетских зданий, колоколен или особенностей и черт людей, животных или известных мест.

Через две недели нашего пребывания на месте полярный мир начал обретать более четкие очертания, и то, что поначалу дезориентировало, стало приносить освобождение. Есть что-то почти магическое в таких местах, где солнце не заходит месяц или дольше и ты отделен от всего остального мира. Талая ледниковая вода такая чистая, что мы пили ее прямо из источников, без всяких фильтров. Каждый пузырящийся источник ледниковой воды может служить фонтанчиком или купальней – для самых смелых. Долгий солнечный свет в сочетании с широтой пространства дает необычайную энергию для длительных переходов, насыщенных разговоров и глубоких взаимоотношений. Мир становится малень-

ким и очень концентрированным: он ограничивается товарищами по экспедиции, провизией и снаряжением, которые мы носим с собой, а также горами, реками и тундрой, до которых можно дойти пешком. При таком локальном и тесном общении пейзаж – его формы, текстура и ритмы – приобретает персональные черты, почти становится членом коллектива. Перемены погоды и освещения в Арктике и Антарктике определяют нашу работу, жизнь и даже эмоциональное состояние. До нас не доходят новости, нет интернета или других источников внешней информации, и главным развлечением в лагере оказывается наше внутреннее содержание.

Необычность полярных регионов в значительной степени определяется связью с Солнцем. Документалисты посвятили специальную программу описанию некоторых ошибок в понимании этой связи, о которой большинство из нас узнает в начальной школе, но забывает в среднем возрасте. Одна съемочная группа пришла в Гарвардский университет в день вручения дипломов и задавала студентам и преподавателям вопрос: в чем причина смены времен года? Почти все ответили, что летом Земля находится ближе к Солнцу и поэтому лучше прогревается, а зимой дальше, и поэтому она холоднее. Понятно, что это совсем не так.

Ось Земли наклонена, и когда наша планета движется по орбите вокруг Солнца, солнечный свет падает на ее поверхность под разными углами в разное время года. Зимой на соответствующий участок Земли падают косые лучи, а летом

более прямые. Солнечный свет, падающий на Землю под малым углом, теряет энергию к моменту прибытия. И поэтому зимой холоднее. А летом ситуация обратная: свет падает на поверхность почти под прямым углом и сохраняет больше энергии, чем косые лучи, и поэтому поверхность нагревается сильнее.

Эта же связь между углом падения солнечных лучей и энергией объясняет разницу между полюсами и экватором. В среднем Солнце находится от Земли на расстоянии около 150 миллионов километров. Такое гигантское расстояние означает, что экватор и полюса можно считать равноудаленными от Солнца. Различие между полюсами и экватором заключается в том, под каким углом солнечные лучи падают на поверхность: на полюсах этот угол меньше, чем на экваторе. Таким образом, солнечный свет, прибывающий в Антарктику под углом 30° в безоблачный летний день, несет в себе вдвое меньше энергии, чем тот, который падает на Землю вблизи экватора. И поскольку полярные регионы в течение всего года получают от Солнца намного меньше энергии, чем другие области Земли, это места низкоэнергетические. Живущие здесь существа либо изобрели новые способы получения и сохранения энергии, либо научились обходиться ее малым количеством.

Поскольку земная ось наклонена, в середине зимы на полюсах царит вечная ночь, а в середине лета вечный день. Одно из определений Северного и Южного полярного круга –

это широта, на которой солнце не заходит (или не восходит) хотя бы один раз в году. Энергия поверхности Земли в конечном итоге происходит от Солнца, а полярные регионы лишены солнечного света на протяжении многих месяцев. И в эти периоды темноты живые существа должны пользоваться внутренними энергетическими ресурсами.

Полярная среда отличается уникальной способностью меняться в зависимости от количества света. Здесь просматривается четкая аналогия с химией и физикой. Химики называют систему “метастабильной”, если любое малейшее изменение переводит ее в новое состояние. Представьте себе мячик, балансирующий на палочке: самый слабый толчок заставит его двигаться в каком-то направлении. Аналогичным образом небольшие колебания климата могут вызвать изменения в полярных регионах. В этих местах такой малый запас солнечной энергии, что даже сравнительно незначительные изменения климата могут вывести их из ледяного состояния и привести к полной потере льда.

На полярные регионы приходится 8 % поверхности Земли, но они чрезвычайно важны для состояния планеты. Почти 70 % всей пресной воды на планете заморожено в виде льда. На суше в зонах вечной мерзлоты содержится 1600 миллиардов тонн углерода – примерно вдвое больше, чем во всей атмосфере на сегодняшний день. В почве и льдах полюсов спрятаны ключи от нашего прошлого и от того, что ждет нашу планету в будущем. Все вехи эволюции человека – от

происхождения нашего вида до создания социальных структур и технологий – происходили в то время, когда на полюсах лежал лед. Арктику и Антарктику, которые замерзали и оттаивали на протяжении тысячелетий, можно сравнить с сейфом, хранящим достояние нашей планеты. Когда тают полярные льды, сейф открывается, и древние воды, углерод и микробная жизнь возвращаются на поверхность, формируя и изменяя наш мир.

Местный пейзаж образован слоями нашей истории. Пласты камней в стенах долин отражают изменения, происшедшие на планете на протяжении миллиардов лет. Очертания холмов, долин и насыпей гальки – это более свежие следы работы льда и ветра. Лед, свет и ветер, как невидимая рука, создавали наш мир на протяжении тысячелетий. Во льду содержатся атомы, которые могут рассказать, как этот лед рос и съеживался на протяжении миллионов лет, а захваченные им пузырьки воздуха и зола – реликвии древних миров. По поверхности тундры и вдоль береговой линии рассеяны артефакты человеческой истории – от следов пребывания первых аборигенов до инструментов, оставленных экспедициями европейцев сотни лет тому назад.

Эта земля хранит и другие истории. За три десятилетия, минувшие после нашей экспедиции в Гренландию в 1988 году, ушли из жизни и Фариш, и Чак, и Билл, а снег и лед, по которым мы тогда пробирались, уже исчезли от времени или под влиянием климатических изменений. Тогда я был сту-

дентом и учился находить окаменелости, жить в диких местах и понимать, что путь к успеху иногда измеряется годами, а не неделями. Ветераны полярных работ – пилоты, исследователи, технический персонал – рассказывают, что этот пейзаж входит в кровь, как у китобоев в романе “Моби Дик” Германа Мелвилла. Вот уже несколько десятилетий я сам вожу экспедиции в полярные регионы, и эта работа тоже стала частью меня самого. И не только в переносном смысле. Как говорят, каждая морщина может поведать свою историю. Ноющие суставы и обветренная кожа свидетельствуют о встречах со льдом и скалами и о переходах через реки, после которых остались шрамы от стольких падений, что и не сосчитать. Но верно и обратное: наша жизнь стала частью этого пейзажа.

Я отправился в экспедицию на канадский остров Элсмир в 2002 году, через неделю после появления в моей семье новорожденного приемного сына. Для нашей научной группы это была середина шестилетней эпопеи по поиску окаменелостей, подтверждавших существование самой первой сухопутной рыбы, и момент был критический. А еще это был один из самых сырых сезонов на нашей памяти: весь экспедиционный период мы шлепали по грязи вокруг лагеря и в местах обнажения горных пород. В тот год мы вернулись домой лишь с грязным снаряжением и в кровоподтеках. Через шесть лет, уже после обнаружения окаменелой рыбы с конечностями (ее называют *Tiktaalik roseae*), мы вновь при-

были на место экспедиции 2002 года, чтобы исследовать его в более подходящих условиях. Во время одного перехода я увидел мой собственный след, застывший в высохшей грязи. Теперь мой сын уже учился в школе, а я стоял и смотрел на отпечаток ноги шестилетней давности, оставленный здесь мною же, но только более молодым – промокшим и продрогшим, – и выносил себе приговор. Такие отпечатки, выхваченные из мимолетных моментов времени, отражают хрупкость этого пространства. Мхи, лишайники и медленно растущие дикие цветы тундры на десятки лет повреждаются отпечатками ног, оставшимися в высохшей грязи.

Этот хрупкий пейзаж подчеркивает и нашу уязвимость. Быстрые изменения на полюсах все сильнее влияют на жизнь на всем земном шаре. Видя нашу связь с такими местами и осознавая, чему они могут нас научить, мы понимаем, что вступаем в отношения с чрезвычайно сложными системами, понимаем: вот почему Арктика и Антарктика столь уникальны и важны.

Глава 1

Горячий лед

Сидя скрючившись в салоне самолета военно-воздушных сил LC-130 – винтового аппарата китообразной формы, выпущенного еще во времена холодной войны, который старше любого из пассажиров, – трудно не понять, что работа в Антарктике диаметрально противоположна работе в Арктике в прямом и переносном смысле. В 2018 году наш одиннадцатичасовой полет на станцию Мак-Мердо начался в Крайстчерче, в Новой Зеландии, где мы провели два дня, чтобы получить экипировку для экстремальных погодных условий и познакомиться с Антарктической программой США. Нас было тридцать пассажиров, и все мы были одеты в знаменитые красные парки, уважительно называемые *Big Red*. Парки *Big Red* – это теплый дом вдали от дома, в экспедиционных условиях: гигантская куртка с таким количеством карманов, что маленькие детальки запросто теряются в них на весь полевой сезон. Теперь это была часть нашего спасательного снаряжения на случай, если самолет потерпит крушение где-нибудь во льдах суровых морей Южного океана.

С берушами в ушах, заглушавшими рокот самолета, трудно было поддерживать беседу с соседом, отдаленным от меня на немалое расстояние, определявшееся объемом наших

курток. По доходившим до меня возгласам я догадывался, что среди моих спутников по полету были бурильщики льда, пожарники и исследователи. Работа в Арктике, которая поначалу воспринималась как нечто невероятное, теперь казалась почти семейным кемпингом. Тогда как охоту за окаменелостями в Антарктике можно было сравнить с военной операцией.

Мы высадились из LC-130, и дверь наружу оказалась дверью в новую реальность: из темного желудка самолета мы вырвались в холодный, сухой и ярко блистающий мир. Новички на Южном полюсе вроде меня наслаждались первыми глотками антарктического воздуха и бродили по ледяной посадочной полосе, любуясь новыми видами, тогда как команда пыталась загнать нас в транспорт, отправлявшийся на базу. Скользя по плотному льду, начинаешь понимать, что в этой местности нужно учиться ходить, жить и работать по-новому. До этого момента я по большей части занимался поисками окаменелостей в камнях. Но в Антарктике нужно было принять во внимание еще один фактор. Поверхность Южного полярного региона находится на тысячи метров выше уровня моря. Антарктида – это континент, и сравнительно теплые океанские воды не проникают внутрь этой земли, как происходит на большей части территории Арктики. И в результате в Антарктике холоднее, суше, более ветрено и, что важнее всего, больше льда, чем в Арктике. Американская антарктическая программа называет время, проведен-

ное на станции или в полевых условиях, пребыванием “на льду”. При подготовке к экспедиции дома, при тренировках на станции или в палатке в экспедиции работа в Антарктике определяется взаимоотношениями со льдом.

Человеческий опыт взаимодействия со льдом, будь то в горах или на полюсе, представляет собой историю рискованных предприятий, трагедий и научных открытий. Для большинства из нас знакомство со льдом начинается с прикосновения к его фрагментам – через зимнее катание на коньках или через кубики льда в стакане летнего напитка. Но такой опыт вряд ли подготовит к работе в ледяном пространстве размером с небольшой город или даже целый континент.

Красота воды

Участие в американской экспедиции в Антарктике часто подразумевает пребывание на станции Мак-Мердо – самом большом научном центре континента. Мактаун, как называют его местные, расположен на поверхности активного вулкана, а полевой аэродром – на ледяной платформе у границы станции. Эта платформа, известная как шельфовый ледник Росса, по ширине сравнима со Средиземным морем и расположена между горной грядой с одной стороны и дымящимися вулканами с другой. Горы вокруг Мак-Мердо состоят из черного базальта – застывшей магмы, выброшенной вулканами когда-то в прошлом. Из-за глобального потепления последних лет и уменьшения слоя льда под взлетно-посадочной полосой полевой аэродром немного отполз от станции.

После ратификации Договора по Антарктике в 1959 году двадцать девять стран построили в Антарктике семьдесят научных станций. Но общая численность населения континента никогда не превышала 4000 человек. Мак-Мердо – одна из трех станций, действующих в рамках Американской антарктической программы. В середине лета на ней может находиться более тысячи человек, а зимой – около трехсот. Станция “Южный полюс” расположена от нее на расстоянии полутора тысяч километров на высоте трех тысяч метров. Знаменательное событие лета для ученых и техническо-

го персонала на полюсе называется “Марафон вокруг Земли” – так в шутку окрестили костюмированную километровую прогулку или пробежку по “Земному шару” при отрицательной температуре. Станция каждой страны становится отдельным миром со своей специфической культурой. Еда на французской или итальянской станции (от паштетов до ризотто) настолько же отличается от мясного хлеба, пиццы и начос, как различаются полевое оборудование и одежда исследователей. Американские полярники в парках *Big Red* по сравнению с новозеландцами в строгих черно-зеленых куртках выглядят как пятилетние дети при первом катании на санках.



“Марафон вокруг Земли” в 2010 году, в котором участвовали даже те, кто совсем не хотел бегать

Мак-Мердо – это отправная точка для большинства экспедиций на лед, и место это похоже на вымышленный Мос-Эйсли из “Звездных войн” или кафе “У Рика” из “Касабланки”. Население полностью временное: такие люди, как я и моя группа, находятся здесь проездом к месту полевых исследований и общаются с теми, кто проживает на станции шесть месяцев или более и поддерживает ее функционирование. Многие ждут перелета к месту полевых исследований или домой. Ежегодно несколько экспедиций застревает на

станции на месяцы или вовсе так и не добирается до места исследований из-за проблем с оборудованием или погодных условий. Некоторые прибывают на Мак-Мердо и обнаруживают, что их научный проект не может быть реализован, поскольку не прибыло оборудование или не позволяет погода в месте запланированных исследований.

Лед на станции был моим молчаливым партнером: я наблюдал за ним через панорамное окно научной библиотеки. Я прошел обучение по обустройству лагеря и жизни во льдах, но мне не позволяли отправиться в экспедицию до окончательной проверки нашего снаряжения и получения разрешения на полевые работы. Я неделями бродил вокруг станции с планшетом в руках, делая заметки на всевозможные темы, от состояния снегоходов до экологической безопасности, и беспрестанно проверял и перепроверял путевой лист с описанием оборудования, еды и снаряжения.

Полеты к местам стоянок задерживались из-за плохой погоды, и население Мак-Мердо разросло до такой степени, что поиски свободного места в кафе во время ужина тоже стали напоминать мини-экспедицию. Однажды вечером я нашел пустое местечко за столом, где гляциологи и бурильщики льда уже затеяли оживленную беседу. Один из ученых сокрушался, что отсрочка работы на Восточно-Антарктическом ледяном щите разрушает все его планы. Меня привлекли его общительность и удивительные познания о льдах, и после ужина я увязался за ним, чтобы поболтать.

Шридхар Анандакришнан учился в колледже на инженера-электрика, чтобы в будущем разрабатывать оборудование для научных исследований. Он собирался завершить образование в Университете Висконсина, но не имел никакой финансовой поддержки и поэтому стал искать работу на летние месяцы. Сосед по комнате нашел в газете объявление о том, что геологическому факультету нужен человек, который может проектировать и создавать портативные сейсмометры для измерения движений поверхности почвы в отдаленных полевых условиях. Не имея никаких других предложений, Шридхар взялся за эту работу на лето. Он смастерил прибор, и руководитель лаборатории предложил ему присоединиться к их экспедиции во льдах Антарктики. Ученые намеревались использовать его сейсмометр, но только Шридхар знал все тонкости работы прибора, и только он смог бы его починить в случае поломки.

Шридхар описывал момент, когда он ступил на лед Антарктики, как “конец истории”. Он увлекся полярными исследованиями и выбрал в жизни новый путь. Поскольку он сменил поле деятельности с инженерии на лед, ему пришлось срочно проходить весь курс геологии. Но все окупилось, когда он смог сам отправляться в экспедиции и изучать лед на собственном опыте. Работа на льду вызывает у него физическое и интеллектуальное возбуждение. Он буквально светится, когда говорит: “Где еще можно узнать о нашем мире, живя в лагере в восьмистах милях от других людей?”

В тот момент, когда я познакомился с Шридхаром за ужином, он уже был профессором в Университете Пенсильвании и провел более тридцати сезонов на ледниках Антарктики и Гренландии. Он специализировался на применении высокотехнологичного оборудования для анализа льда и его взаимодействия с океанской водой и коренными горными породами. Сойдясь с Шридхаром поближе, я смог без стеснения задавать ему самые наивные вопросы. Видя мое незнание особенностей ледникового льда, Шридхар улыбался и однажды заметил, что мне следует понять, что “лед горячий”.

Этот гляциологический дзен-буддистский парадокс объясняет странности и особенности льда. Физические свойства молекул воды определяют многие характеристики нашего мира. Вода – чрезвычайно важное вещество, поскольку она существует в твердом, жидком и газообразном состоянии в сравнительно узком диапазоне температур. Понятно, что лед вблизи точки замерзания воды (около нуля по Цельсию) не горячий по температурным показателям. Но из-за физических свойств молекулы воды лед можно назвать “горячим”, имея в виду температуру, необходимую для его превращения в жидкость. Стальной стержень плавится при температуре около 1200 °C. Чтобы перевести сталь из твердого состояния в жидкое (не говоря уже о газообразном), ее нужно чрезвычайно сильно нагреть. А лед плавится при температуре 0 °C, и это означает, что в обычных условиях он находится гораздо ближе к переходу в жидкое состояние, чем

такой материал, как сталь. Для перевода воды из твердого состояния в жидкое требуется лишь незначительное изменение температуры. А поскольку давление и температура связаны между собой физической зависимостью, под давлением лед плавится при еще более низкой температуре. Лед в основании ледников находится под таким давлением, что оказывается непосредственно на границе этого перехода.



Шридхар Анандакришнан в своей стихии

Именно “горячая” природа льда стала причиной одной из

самых бурных дискуссий в истории науки. И речь не о каком-то эзотерическом академическом диспуте — этот конфликт подчеркивает необычность свойств льда.

Епископ города Анси во Франции Луи Рандю интересовался одновременно Творцом и поведением ледников в горах вблизи своего дома на границе со Швейцарией. В 1840 году, поразмыслив о перемещении льдов и разглядывая форму ледников, Рандю выдвинул предположение, что лед движется по наклонной плоскости подобно сгусткам меда. Мед — вязкая субстанция, которая деформируется, когда соскальзывает, растекается и следует топологии поверхности, по которой сползает. Используя эту аналогию, Рандю предположил, что ледниковый лед распространяется так же, заполняя долины со всеми их извилинами и трещинами. Епископ Рандю опубликовал свои выводы в трактате “Теория савойских льдов” и отметил, что ледники обладают “некоторой растяжимостью” и “могут двигаться, как мягкое тесто”. В 1841 году физик Джеймс Форбс узнал о теории Рандю и способствовал ее распространению, выдвинув собственную “вязкую или пластичную теорию передвижения ледников”.

Далее в обсуждение включился лорд Кельвин (Уильям Томсон), позднее прославившийся благодаря своим открытиям в области физики, в том числе в термодинамике. Он работал над теорией поведения ледников вместе с братом. Они обратили внимание, что при повышенном давлении лед плавится при более низкой температуре, чем обычно. Это

означало, что в глубинах ледников, где давление выше, лед может превращаться в жидкую воду, при этом оставаясь холодным. В таком случае жидкость в основании ледника служит смазкой между льдом и поверхностью камней под ним, и весь ледник может скользить по этой поверхности. Плавление происходит в любом месте, где лед оказывается под давлением. Внутренности ледника могут плавиться и распадаться на части, и эти части могут сползать вниз с разной скоростью. Братья Томсон предположили, что ледник движется не как единый блок льда; поскольку разные внутренние части ледника находятся под разным давлением и плавятся в разное время, лед трескается и скользит вниз, а при контакте отдельные части могут заново сливаться и смерзаться.

Гордый шотландец, физик Джон Тиндаль, был одновременно активным сторонником идеи Кельвина и ярким противником теории Рандю и Форбса. Вообще говоря, Тиндаль испытывал к Форбсу долгую и глубокую неприязнь. Прежде чем заинтересоваться ледниками, Тиндаль уже атаковал теории Форбса по другим вопросам, в том числе даже по поводу музыкальных инструментов. Тиндаль никогда не упускал возможности напасть на Форбса и выставить его на осмеяние. Тиндаль считал совершенно необоснованным употребление Форбсом термина “вязкий” в отношении ледников. Ему казалось очевидным, что ледники двигаются не как вязкое вещество вроде меда: они трескаются, проскальзывают по жидкой воде в их основании и смерзаются заново, как пред-

положил лорд Кельвин.

Задним числом становится понятно, что все они – Рандю, Форбс, Кельвин и Тиндаль – были в какой-то степени правы. Выясняется, что ледниковый лед может вести себя и так и эдак. Это не одна материя, это много материй. Частично твердый, частично жидкий, частично пластичный – ледниковый лед может скользить, гнуться, просачиваться и вновь смерзаться. Там, где присутствует жидкая вода, порой происходят странные вещи. Когда находящийся под давлением лед превращается в жидкую воду, отдельные части ледника движутся по отношению друг к другу, как студень. Ледники умеют обтекать препятствия, как река обтекает каменную скалу, а глубокие слои могут выталкиваться на поверхность.

Благодаря многообразию льдов полярные пейзажи очаровывали людей на протяжении тысячелетий. Говорят, что в языке эскимосов есть 52 слова для обозначения снега и льда. Возможно, это конкретное число не соответствует действительности, но эскимосы и правда используют разные сочетания слов и выражений для описания формы, типа, прочности льда и его пригодности для перемещений, приготовления пищи или охоты. По мере кристаллизации, плавления и передвижения полярный лед может принимать самые разнообразные формы. Пространство вокруг Мак-Мердо, как в микрокосмосе, отражает это многообразие ледяного мира. Горная гряда поблизости от Мак-Мердо напоминает пустыню, что понравилось бы Рандю: лед покрывает горы как чи-

стая белая глазурь и стекает, заполняя долины и ущелья. В других местах лед напоминает стекло, разбитое на осколки, полосы или глыбы разных форм и размеров – от маленькой машинки до небоскреба. Море покрыто льдом, в одно время года напоминающим слой пены, в другое – нагромождение многоугольных глыб, а в третье – сложенное одеяло. Благотворнейший восторг, который мы испытываем при виде полярных пейзажей, отчасти объясняется тем, что молекула с такой простой формулой, как H_2O , способна создавать необычайно разнообразный мир форм и движений.

Структура льда может быть самой разной – от отдельных кристаллов до щитов размером с Северную Америку. Эта сложность – ключ к его скрытому влиянию на ландшафты и изменения всего нашего мира.

Жизнь на льду

В полярные регионы меня привели поиски древнейшей рыбы, которая впервые выбралась на сушу. Может показаться странным, что окаменелости рыбы мы ищем вблизи полюсов, однако перемещения континентов на протяжении всей истории Земли приводили к тому, что горные породы, сформировавшиеся вблизи экватора миллионы лет назад, оказывались на высоких южных или северных широтах. Уже после того, как мы с коллегами в 2004 году обнаружили “рыбу с ногами” (рыбу с передними и задними лапами возрастом 375 миллионов лет) в камнях канадской Арктики, мы нашли научные статьи с описанием аналогичных горных пород в Антарктике.

Через Антарктику проходит Трансантарктический хребет, который, в соответствии с названием, пересекает весь континент. Вершины этих гор напоминают каменистые “верхушки айсбергов”. Горы имеют высоту более четырех тысяч метров от основания, но покрыты слоем льда толщиной в несколько километров, и поэтому камни выступают над поверхностью льда всего на несколько сотен метров. В 1914 году экспедиция Роберта Фалькона Скотта обнаружила в таких камнях окаменелую рыбу чешую. В 1960-е годы новозеландские исследователи под руководством сэра Эдмунда Хиллари, а через два десятилетия Маргарет Брэдшоу нашли

еще больше рыбьих костей и зубов. За более чем полуторавековую историю антарктических исследований Брэдшоу стала одной из первых женщин, руководивших такими дальними экспедициями. В 2018 году мы с моей группой следовали по стопам Брэдшоу, чтобы отыскать в этих горах следы “рыбы с ногами”. Но, как и в любой экспедиции на этом континенте, главным действующим лицом всегда остается лед, и этот лед оказывает влияние на весь наш мир.

В составе любой дальней экспедиции есть проводник-альпинист, который перед походом обучает команду тактике поведения на льду, а в полевых условиях помогает обеспечивать безопасность. Я был научным руководителем экспедиции, но возможности нашего передвижения определял альпинист: мы с ним обсуждали ситуацию ежедневно за утренним кофе, пока остальные еще спали. Я встретился с Форрестом Маккарти по совету ветеранов антарктических исследований еще дома, когда готовился к экспедиции. У него пронзительные голубые глаза, которые видят вас насквозь, и почти детский восторг в отношении работы на льду. К моменту нашего знакомства он сопровождал десятки групп и участвовал в поисковых и спасательных работах в районе Мак-Мердо и на горе Денали на Аляске. Еще с 2017 года, за год до этого конкретного путешествия, мы с Форрестом начали обсуждать необходимое снаряжение и разглядывали снятые с воздуха фотографии, чтобы понять, как попасть в эти места и выполнить работу безопасным образом. Наш

план заключался в том, чтобы с запасами пищи и топлива и снегоходами долететь до середины плоского ледника, называемого ледником Обмана, а затем на снегоходах перебраться к месту стоянки у основания гор, в которых могли содержаться окаменелости.

Однажды утром за завтраком на станции Мак-Мердо, после двух недель утомительной рутинной подготовки и перетасовки снаряжения, Форрест подошел к моему столику, и глаза его горели так, что я понял: нашей скуке пришел конец. Он только что узнал, что на следующий день нам предстоит “перетрясти полевое снаряжение и повеселиться, спасаясь из ледяной расщелины”. Я понимал, что это означало. Один из наших первых опытов в Антарктике будет происходить не на льду, а *внутри* льда.

Мы заправили снегоходы горючим, упаковали походное снаряжение и на следующее утро покинули Мак-Мердо. Обустроив лагерь на плоском и устойчивом участке льда, организовав укрытия, проверив палатки и разведя огонь, мы отправились к расщелине. Проводники используют для альпинистской подготовки небольшие расщелины поблизости от тренировочного лагеря – это игровая версия предательских расщелин в окрестностях. Но от взгляда даже в такую семиметровую трещину во льду начинает кружиться голова. Расщелины – главная причина гибели людей в этом регионе. Расщелины могут уходить вглубь на семьдесят метров и оставаться невидимыми на поверхности. За два года до на-

шего путешествия Форрест извлек из расщелины тело знаменитого исследователя, который погиб в результате падения. Это был один из ведущих мировых специалистов по ледяным расщелинам; он ехал на снегоходе по льду недалеко от Мак-Мердо. Студент, который ехал позади него, рассказал, что тот просто исчез с поверхности льда. Расщелины бывают коварными, поскольку на поверхности иногда покрыты тонкой корочкой снежного мостика, который легко проваливается даже под небольшим давлением. Именно об этой истории я думал, пока Форрест вел нас к расщелине для тренировки. Задача заключалась в том, чтобы опустить одного из участников экспедиции вглубь льда, тогда как остальная группа останется на поверхности и будет учиться строить приспособление, чтобы вытащить человека наружу.

Форрест показал нам набор узлов, блоков и карабинов, с помощью которых можно вытащить тяжелого человека из глубокой расщелины на поверхность льда. Система блоков на удивление простая и легкая: это механическое устройство позволяет вытянуть взрослого человека, упавшего на глубину тридцать метров, а элементы для сборки устройства помещаются в небольшом рюкзаке. Но выбор между жизнью и смертью может зависеть от петли в неправильном месте, недостаточно затянутого узла или протертой веревки. Думая об этом, я запоминал последовательность узлов и блоков, пока не научился собирать устройство с закрытыми глазами.

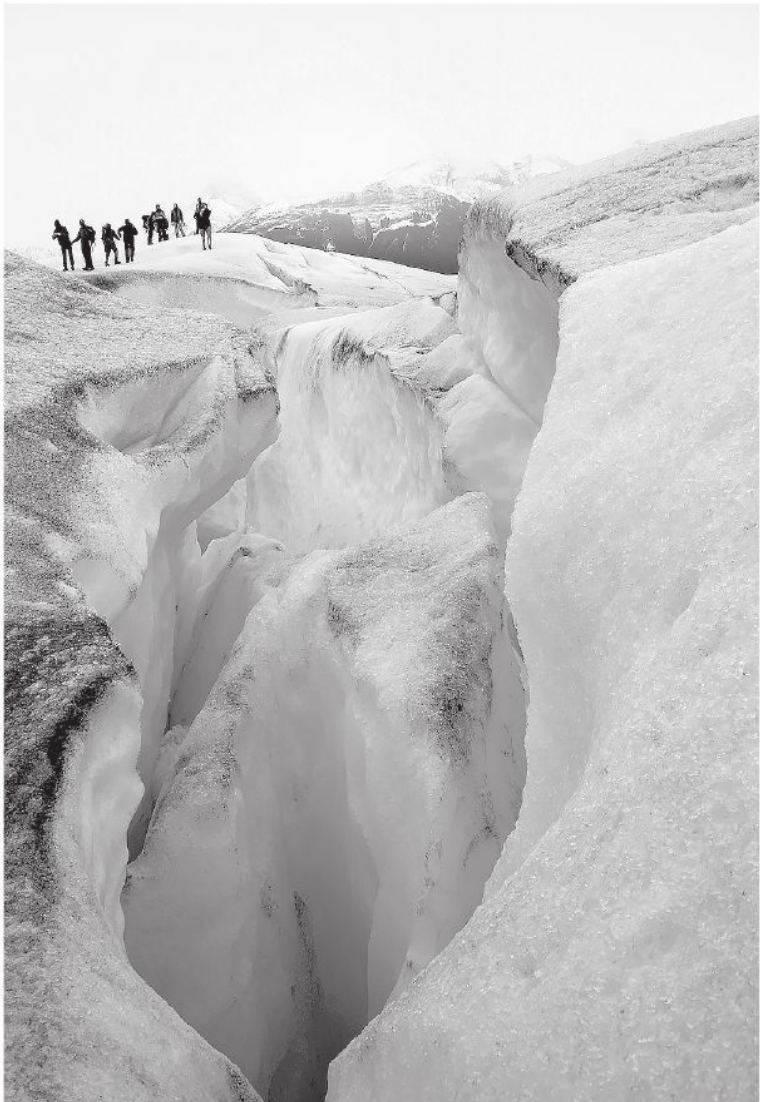
Тим, один из австралийцев в составе нашей группы, имев-

ший крупное телосложение, раньше увлекался спелеологией и в отличие от всех остальных членов группы не испытывал приступа клаустрофобии при мысли о том, чтобы проскользнуть в расщелину во льду шириной чуть больше объема поларной куртки. Когда Тим весело согласился погрузиться в глубины льда, мы прицепили веревки и карабины к зажимам на его талии и бедрах. Получив разрешение от Форреста, он исчез из виду, как ввинтившаяся в землю толстая красная гусеница.

Из расщелины донеслись восторженные крики, прерывавшиеся нелитературными австралийскими выражениями. Эмоции Тима при падении с шестиметровой высоты напоминали религиозный экстаз. Мы вытащили его на поверхность и выслушали, в чем было дело.

Тим рассказал, что чувствовал при падении, и глаза его светились, как глаза Чарлтона Хестона в роли Моисея, держащего скрижали с десятью заповедями. Путешествие в глубины льда оказалось путешествием в экзотический мир новых цветов, форм и очертаний. Это было море синего цвета разных оттенков, которое с каждым метром погружения становилось все темнее. Замерзшая вода поглощает свет с любой другой длиной волны, так что отражается только синий. Проникающие лучи освещают в ледяных стенах структуры самой разнообразной формы – от тонких палочек до кристаллов размером с ладонь. Ледяные стены образуют колонны, складки и арки, состоящие из многочисленных сло-

ев, и кажется, что над ними работал архитектор. Звуки тоже другие. Шум ветра и человеческие голоса сменяются бием сердца и учащенным дыханием, а звук трескающегося льда напоминает звук ветряных колокольчиков. Полное отсутствие каких-либо проявлений жизни в узком ледяном пространстве со множеством форм, созданных природными силами, и просачивающийся сверху свет вызывают чувство благоговения. Как в голубом алтаре готического храма, сакральность пространства создается благодаря его отделенности от обитаемого мира.



Расщелина в антарктическом льду и люди на поверхности
(для масштаба)

По тому, как выглядит лед изнутри, можно понять, как изменяются ледники с увеличением глубины. Каждый год новый снег падает на плотный слежавшийся снег предыдущих лет. Воздух разъединяет снежинки: они такие сухие, что летят, как перья, подхваченные легким ветерком. Если погода холодная, снег с каждым годом накапливается; на поверхности оказывается самый легкий снег, а под ним лежат все более плотные слои снега и льда. Накопившийся снег сдавливается и под этим давлением превращается в лед. Поскольку точка плавления льда связана и с температурой, и с давлением, лед на большой глубине находится вблизи точки плавления. И даже небольшие изменения могут вызывать плавление этих слоев и их повторное смерзание. Со временем лед становится компактным и твердым, как камень, и внутри него остаются лишь мельчайшие пузырьки воздуха.

Когда такой сверхплотный лед выходит из глубин на поверхность, он похож на сияющий аквамарин. Этот так называемый синий лед – источник мучений для полярных исследователей. На расстоянии он похож на манящее голубое тропическое озеро. Но внешний вид обманчив. Синий лед настолько гладкий, что даже простейшее движение на нем становится испытанием. По плоскому участку такого льда невозможно двигаться из-за полного отсутствия тре-

ния. Шипы на обуви обычно не помогают, поскольку не могут цепляться за твердую, как камень, поверхность. Известны случаи, когда снегоход, попадая на синий лед, соскальзывал на сотни метров вниз по склону.

Синий лед рассказывает историю перемещений: он образуется в глубинах ледника и кое-где выходит на поверхность. Как и в других местах, ледяные щиты в Антарктике всегда перемещаются с больших высот на более низкие. Порой эти подвижные льды натыкаются на препятствия, такие как горные хребты, и из глубин ледника выходит синий лед. Он поднимается на высоту нескольких сотен или даже тысяч метров. Самые глубокие слои ледника содержат самый плотный, твердый и древний синий лед – возраст некоторых глыб превышает шесть миллионов лет. Хотя работать на таком льду чрезвычайно опасно, его древнее происхождение не может не восхищать. Когда вы плавите этот лед, чтобы получить питьевую воду, вы знаете, что она происходит из снега, падавшего на землю во времена неандертальцев.

Мы живем на льду во время экспедиций, мы плавим лед, чтобы пить, приспособливаем его для своих нужд – для работы, еды и сна. Лед входит в нашу жизнь, как воздух, которым мы дышим, и пища, которую мы едим. Лед – это наша дорога к каменистым горам, которые выступают над его поверхностью. Лед влияет на погоду и формирует окружающий нас пейзаж.

У основания антарктических гор часто дуют чудовищные

ветра, иногда со скоростью свыше 150 км/ч, которые способны не только остановить работу, но и разрушить лагерь. Высокогорный лед делает воздух холодным и очень плотным.



Сухая долина в Антарктике с продырявленным ветром куском скалы на переднем плане

Этот плотный воздух стекает вниз по склонам с возрастающей скоростью, создавая в долинах сильные штормовые ветра. Форрест однажды попал в такой сильный антарктический шторм, что его экспедиционные снегоходы взлетели в

небо. Учитывая этот опыт Форреста, мы парковали машины подальше от палаток.

Сильнейшие ветра – невидимый скульптор, создающий мир у наших ног и вдали. По антарктическим долинам рассеяны поля промытых воздухом камней. И по поверхности камней можно определить направление преобладающих ветров. За столетия эрозия придает скалам и булыжникам разную форму – от крыльев “корвета” до губчатой пористой шелухи. В долинах тоже видны следы влияния непрестанных штормовых ветров. Зубчатые поверхности скал, полости в каменных стенах и колонны песчаника – все это результат работы ветра.

Ветер и лед формируют пейзаж и создают новые экосистемы. В 80 километрах к западу от станции Мак-Мердо находится ряд параллельных долин, занимающих площадь около 5000 км². Долины окружены ледниками, но их стены и дно – это голый камень с редкими включениями льда. Это место напоминает каменистую бесплодную пустыню. Зимой температура здесь может понижаться до –90 °С. Это настолько холодный и безжизненный регион, что его используют в качестве модели для изучения геологии и возможности жизни на Марсе. Ландшафт этой местности, названной Сухими долинами, представляет собой парадокс. Если горы над долинами покрыты льдом и в долинах царит невероятный холод, почему там нет льда?

По краям долин возвышаются небольшие горы высотой

около 2500 метров. Эти хребты служат природной преградой, не позволяющей ледникам спускаться в долины. Лед не сползает в долины, а остается на гребнях гор. А надо льдом скапливается холодный воздух. В подходящих условиях этот холодный и плотный воздух устремляется в долины с ураганной скоростью. Ветра формируют стены долин и препятствуют накоплению снега внизу. Они создают оазисы холодных пустынь на огромном, покрытом льдом континенте. Гранд-каньон, окруженный ледяным пространством. Благоговейный трепет, внушаемый этими видами, усиливается мифологическими названиями окружающих хребтов: это горы Асгард и Олимп.

Антарктические ветра формируют каменистые пейзажи, лепят и видоизменяют ледяную поверхность. Ледники покрыты снежными насыпями, которые могут достигать двухметровой высоты. Такие насыпи называют застругами, и их необходимо учитывать при проведении полярных экспедиций. Исследователи, пытавшиеся добраться до Северного или Южного полюса на санях, рассказывали, что задерживались в пути, толкая сани через такие снежные насыпи. Слепящий снег, заструги и постоянное движение льда делают поверхность ледника похожей на поверхность океана с движущимися волнами, и эта поверхность меняется день ото дня.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.