

БИОЛОГИЯ

Жизнь у Врат Адда

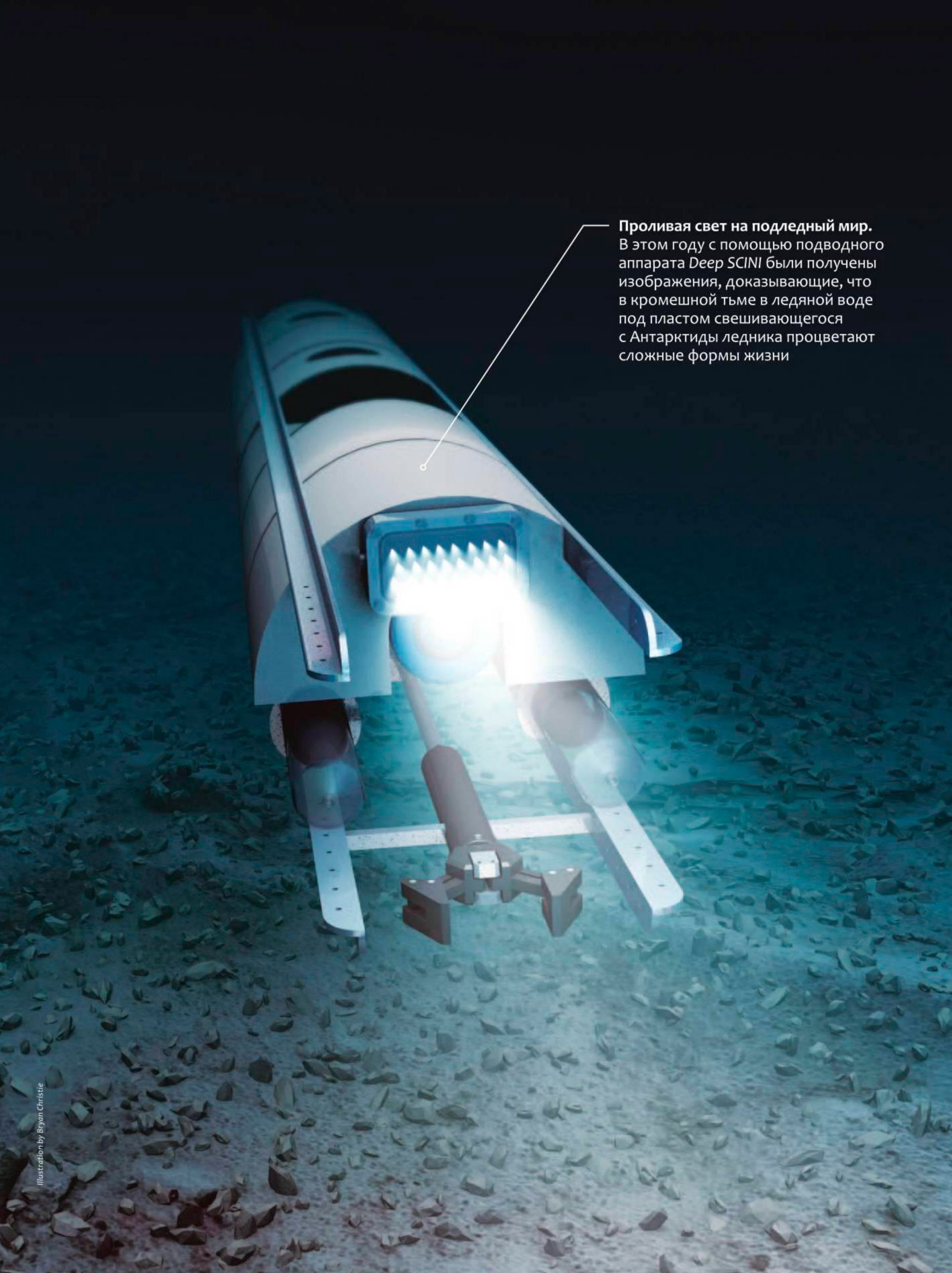
Как выяснилось, жизнь может существовать в самых экстремальных местах на Земле, а возможно, даже на других планетах

Дуглас Фокс



ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- В январе гляциологи пробурили антарктический лед на глубину 740 м, на границе суши и моря. Спущенный в отверстие аппарат обнаружил рыб и других животных в десятиметровом слое морской воды, в 850 км от открытого, освещенного солнцем океана. По традиционным представлениям это место должно быть почти безжизненным.
- Рыбы питаются крошечными рачками бокоплавами, а те в свою очередь едят микробов. В этом изолированном месте микробы могут питаться органическими частицами, отделяющимися от нижней стороны ледника по мере того, как он сползает в воду. В отсутствие солнечного света и фотосинтеза микробы получают энергию из этих частиц необычными способами.
- Это открытие означает, что жизнь может быть обнаружена в тех местах на Земле, которые раньше считались необитаемыми, а также на других планетах и небесных телах — таких, например, как спутник Юпитера Европа.



Проливая свет на подледный мир.
В этом году с помощью подводного аппарата *Deep SCINI* были получены изображения, доказывающие, что в кромешной тьме в ледяной воде под пластом свешивающегося с Антарктиды ледника процветают сложные формы жизни

Побережье западной части Антарктиды — одно из самых пустынных мест на планете. Оно погребено под Западно-антарктическим ледяным щитом, простирающимся на тысячу километров, по площади сопоставимым с Восточной Европой и состоящим из нескольких связанных друг с другом ледников, медленно сползающих с континента в море. Ледники толщиной в сотни метров, пересекая границу суши и воды, становятся плавучими, выступая ровными полями на сотни километров в океан. Шельфовые ледники по размеру сопоставимы с Испанией, и на то, чтобы океаническое течение под ними принесло частичку планктона из открытого океана, где есть свет и изобильная еда, в ужасающую темноту около береговой линии, может понадобиться от трех до десяти лет.

Когда Роберт Зук (Robert Zook) с группой ученых занимались гляциологическими исследованиями в прибрежной зоне, где ледяной покров переходит в шельфовый ледник Росса, они никак не ожидали увидеть там океанических живых существ. Они отправились в это удаленное место, чтобы выяснить, как основание медленно ползущего Западно-антарктического ледяного щита реагирует на изменения климата. С ними было несколько микробиологов, но никого, изучающего более крупных животных.

16 января вся группа столпилась около видеомониторов в затемненной комнате. Это был импровизированный диспетчерский центр, устроенный внутри металлического грузового контейнера, расположенного на поверхности ледника. Несколько дней тракторы тащили тесный ящик, закрепленный на четырех огромных лыжах, с полумиллионом килограммов оборудования и материалов,

ОБ АВТОРЕ

Дуглас Фокс (Douglas Fox) — научный журналист, публикующийся в журналах *Discover*, *Esquire*, *National Geographic* и *Nature*. Начиная с 2007 г. четырежды побывал в Антарктиде, собирая материал для своих статей.



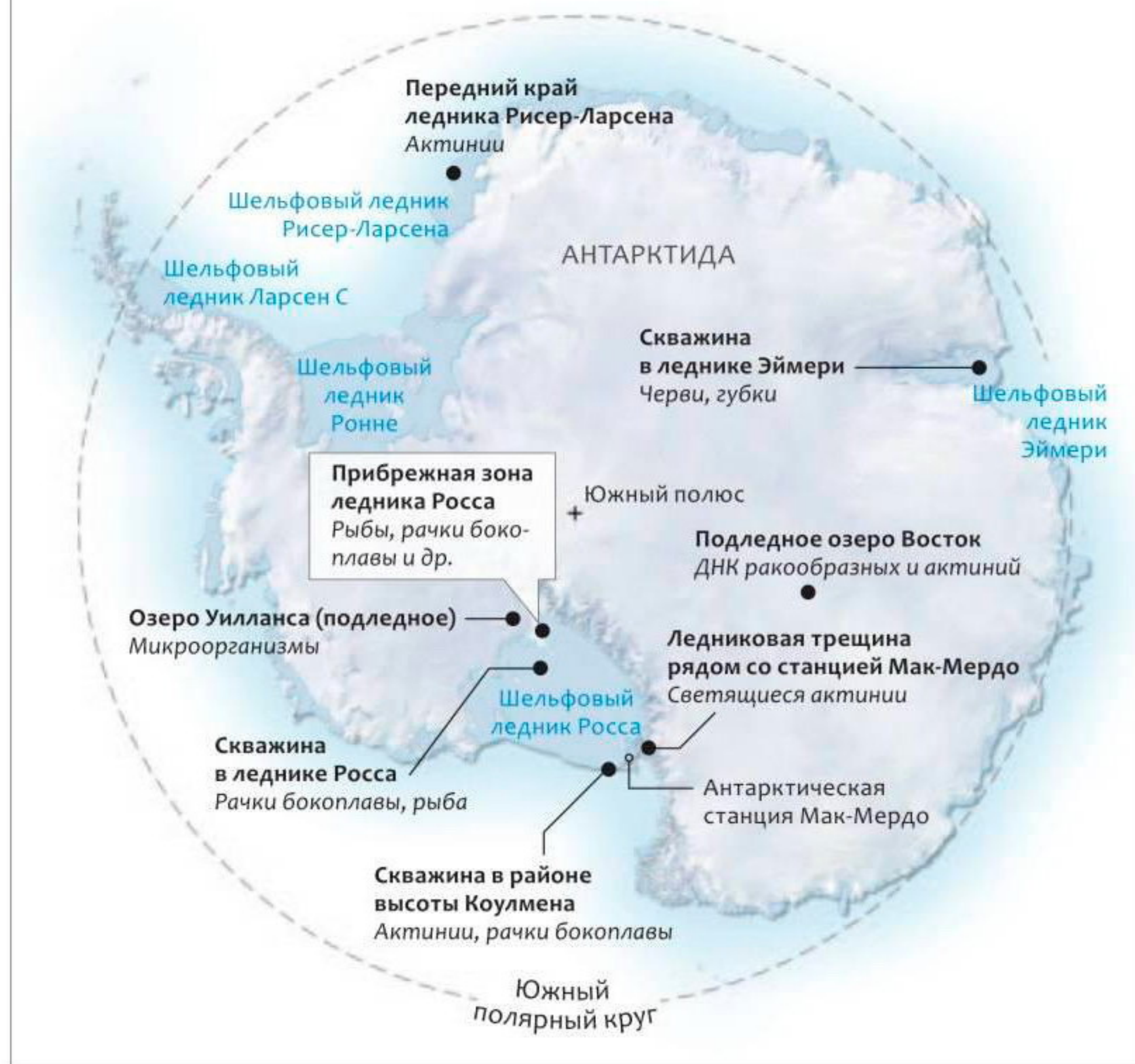
Холодное начало: лагерь исследователей на шельфовом леднике Росса в январе этого года, когда лед пробурили на 740 м, чтобы увидеть, что внизу ледника

к этому месту, расположенному в 850 км вглубь от границы ледника у открытого моря. Используя термобур с водяной подачей, сделали отверстие шириной чуть больше баскетбольного кольца и глубиной в 740 м, чтобы добраться до тонкого слоя воды под ледником вдоль береговой линии. Затем вниз осторожно спустили аппарат *Deep SCINI*, который поддерживал электронную связь с диспетчерской.

Зук спроектировал и построил *Deep SCINI* так, чтобы робот выдерживал сильный холод и большое давление на глубине. Но у него было мало времени, и он успел протестировать свой телеуправляемый подводный аппарат только в плавательном бассейне. В течение 40 минут экипаж тревожно наблюдал, как двухметровый робот спускался вниз все глубже и глубже. Свет, идущий от его носа, ярко отражался в белой ряби ледяных стен. Казалось, что это космическая нора в другой мир.

НЕОЖИДАННОСТЬ: ПОДО ЛЬДОМ ЕСТЬ ЖИЗНЬ

В январе этого года исследователи с изумлением обнаружили многочисленных рыб и рачков (крошечных покрытых панцирем животных) в воде под шельфовым ледником Росса, в 850 км от открытого моря и под 740-метровым слоем льда. Другие организмы (указанные на рисунке ниже), которые были ранее обнаружены в краевой зоне ледника, значительно ближе к освещенной солнцем воде, часто свисают с нижней стороны ледника, образуя своеобразный перевернутый мир.



Ученые дружно выдохнули, когда стенки туннеля внезапно закончились в густой темноте. *Deep SCINI* прошел через лед и окунулся в десятиметровый слой соленой воды. На экране появилось пустое морское дно, скалистое и безжизненное, холодное, темное дно, которого никто из людей никогда не видел. Пробы воды, которые поднимали оттуда несколькими днями ранее, были кристально чисты, без каких-либо намеков на присутствие жизни. Соруководитель экспедиции гляциолог Росс Пауэлл (Ross Powell) из Университета Северного Иллинойса после извлечения образцов во время разговора по спутниковому телефону назвал эту зону «довольно негостеприимной».

Джастин Бернетт (Justin Burnett), управлявший роботом, скользнул пальцем по сенсорной панели, чтобы направить *Deep SCINI* вверх, к нижней стороне плавающего ледника. Огни аппарата осветили темную неровную поверхность льда, покрытую налетом. Тут и там частички отделялись от потолка и, сверкая в луче света, опускались вниз, как падающие звезды. Иногда какая-нибудь

из этих падающих звезд вела себя странно: она прыгала вбок. Сложно было утверждать уверенно, но по видео казалось, что это кто-то двигался.

Бернетт повел *Deep SCINI* обратно ко дну моря, когда внезапно картинка на видео застыла. Аппарат нужно было выключить, чтобы избежать перегрева. Это звучало забавно, учитывая, что вода имела температуру -2°C и не замерзала только благодаря солености и повышенному давлению ото льда сверху. Зук по рации обратился к оператору лебедки, который был снаружи, и попросил на время перезапуска опустить аппарат на дно.

Когда видеокамера снова включилась, кто-то в холодной диспетчерской вскрикнул: «Смотрите, смотрите! Черт возьми!» Все глаза метнулись влево к монитору, на который выводилось изображение с камеры, направленной вниз. На экране скользило изящное создание. Его полупрозрачное тело, сужающееся к задней части, как восклицательный знак, отливало голубым, коричневым и розоватым цветом. Это была рыба, размером примерно как нож для масла. У наблюдателей перехватило дыхание. Исследуя ледники, они

только что обнаружили сложное живое существо в одном из предположительно наиболее непригодных для жизни мест на Земле.

В тот день аппарат оставался подо льдом на протяжении шести часов и встретил примерно 20–30 рыбок трех разных видов. Рядом мелькали рачки бокоплав. Наблюдатели увидели темно-бордовых медуз и радужное тело кого-то, кто проплыл выше, предположительно гребневика. Позже Пауэлл сказал мне: «Возникает впечатление, что это не были случайные встречи, но там обитает целое сообщество». Оказалось, что бесплодные глубины полны жизни.

Весь смысл работы изменился в один миг: сейчас главной задачей стало попытаться поймать кого-нибудь из этих животных, чтобы позже исследователи могли их изучить. В течение нескольких последующих дней Зук смастерил для *Deep SCINI* ловушку из куска оконной сетки, а в качестве наживки положил кусок рыбы. Когда аппарат снова опустили на дно, на протяжении четырех часов его камера наблюдала за тем, как десятки рачков

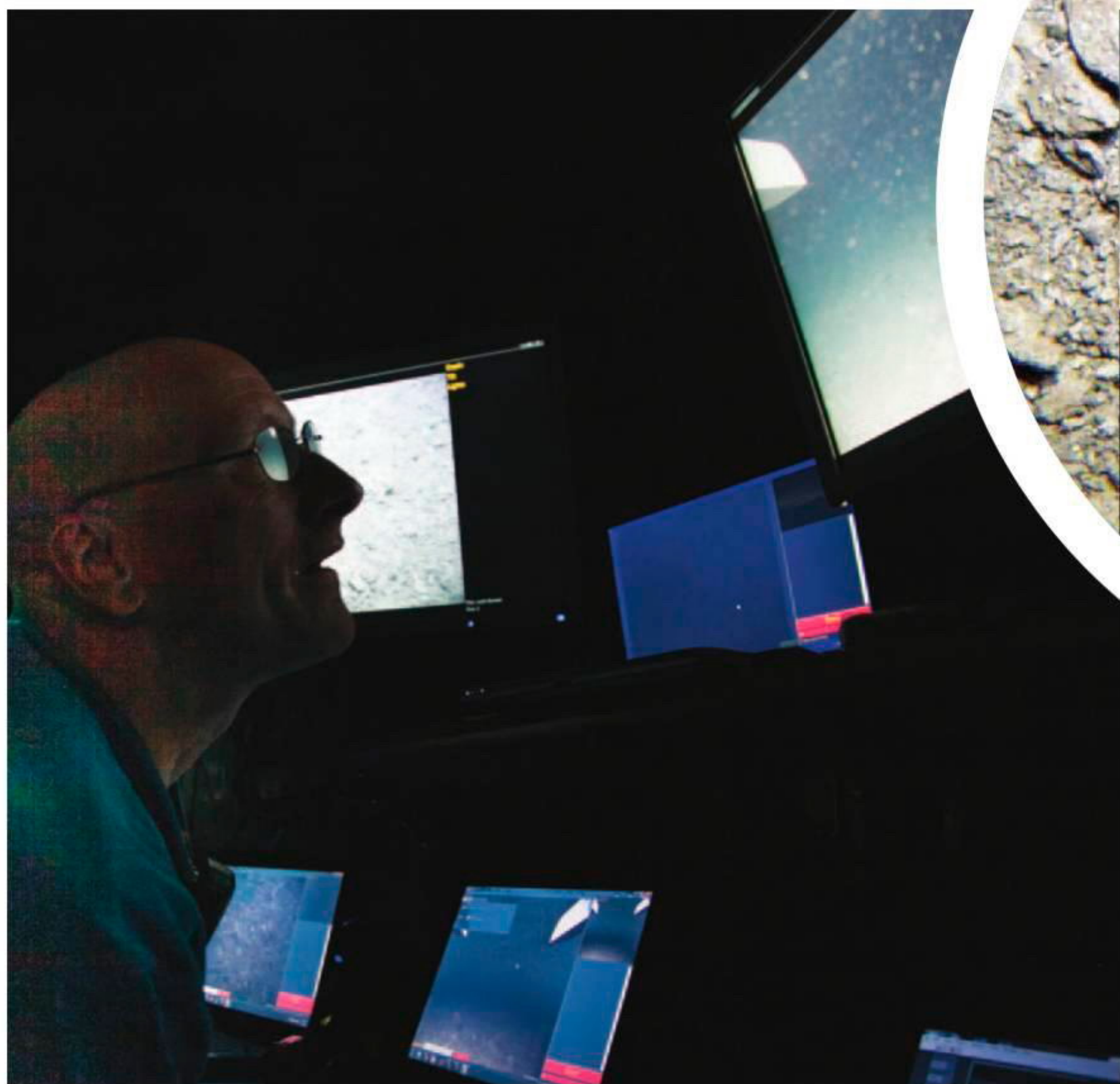
лезут в ловушку, как мухи в помойное ведро. Когда операторы подняли аппарат, в ловушке оказалось более 50 рачков бокоплавов. Их заморозили и отправили на антарктическую станцию Мак-Мердо, главную научно-исследовательскую базу США в Антарктиде, откуда должны были улетать исследователи.

Находка таких разнообразных и сложных живых организмов в столь неподходящих условиях вызвала настоящий шок. Открытие все еще очень бурно обсуждается научным сообществом, поскольку нарушены прежние представления о жизни на Земле и возможности жизни в других мирах.

Свидетельства наличия жизни под антарктическими льдами обнаруживаются очень медленно. Климат суровый, экспедиции стоят дорого, особенно если надо бурить сотни метров льда. То небольшое количество информации, которым располагали ученые, было получено с края ледника около открытой воды.

В 1960-е гг. гляциологи наткнулись на колонию тюленей, которым каким-то образом удалось выжить невзирая на то, что они постоянно находились на шельфовом леднике Мак-Мердо, в 25 км от кромки льда — слишком далеко, чтобы доползти до моря. Тюлени скапливались возле глубокой трещины, где слой льда был деформирован. Они ныряли в расщелину, чтобы добывать еду в воде подо льдом. Биологи недоумевали, что съедобного могут найти тюлени в темных пустынных водах, а эти особи почему-то были даже толще тех, которые живут на открытом берегу океана. Но ученым так и не удалось найти ответы на свои вопросы.

Подсказка была обнаружена случайно в 1975 г., когда из-за низкой облачности вертолет Джона Оливера (John Oliver) сел рядом с трещиной во льду. Оливер, океанограф из Скриппсовского океанографического института в Ла-Хойе, вместе с напарником решили провести погружение в трещину. Они спускались вдоль подводной ледяной стены и на глубине 40 м обнаружили то, чего там быть не должно: сотни выросших в лед светящихся зеленым светом актиний. Спустя год они вернулись, чтобы взять образцы, но обнаружили там бурлящую воду с кристаллами льда и вынуждены



Рыба! Боб Зук (слева) всматривается в видео, полученное с аппарата, спущенного в водяной карман в прибрежной зоне ледника. Он не ожидал присутствия каких-либо живых организмов, видимых невооруженным глазом, и был глубоко потрясен, увидев рыб трех видов, некоторые из них полупрозрачные и размерами с нож для масла (справа).

были отказаться от запланированного погружения и уйти без образцов и даже без фотографий животных. Все, что им удалось найти, уместилось в одной-единственной фразе в научной статье, посвященной ледникам.

В 2003 г. Юуки Ватанабе (Yuuki Watanabe), биолог, работавший тогда в Токийском университете, устроил стоянку на тонком сезонном льду рядом с шельфовым ледником Рисер-Ларсена, в 3 тыс. километрах от Мак-Мердо. Разместившись на льду, который образуется на воде у кромки ледника в холодное время года, он изучал особенности питания тюленей. С помощью прикрепленных к тюленям приборов он выяснил, что они часто ныряют на глубину 150 м, и предположил, что там собирается рыба. Но когда он закрепил камеру на одном из тюленей, то с изумлением обнаружил на фотографии животных с щупальцами, висящих на нижней поверхности ледника. Ватанабе предположил, что тюлени ныряли под лед, чтобы объедать то, что свешивается с его нижней стороны.



Несколько человек знали о находках Оливера и Ватанабе, когда в 2010 г. Зук получил задание создать телеуправляемый аппарат, чтобы помочь инженерам протестировать термобур с водяной подачей в шельфовом леднике Росса в районе высоты Коулмена, в 10 км от кромки ледника, где толщина льда была 250 м. Во льду была проплавлена дыра, и Зук отправил свой аппарат вниз. Когда робот прошел вдоль днища ледника, на экране монитора появилось нечто странное: похожие на руки призраков щупальца тысяч актиний, которые обычно живут, прикрепившись ко дну. Здесь они висели перевернутые, а их подошвы вмерзли в лед. В ледяных норах жили черви. В воде мелькали мелкие рачки. Вокруг извивались рыбы, одна из них плыла в перевернутом виде, так что ее брюхо скользило по ледяному потолку. Случайно открывшаяся картина была настолько необычна, что Зук сказал: «Вероятность того, что такое могло возникнуть, близка к нулю».

Мэримеган Дэли (Marymegan Daly), специалист по актиниям из Университета штата Огайо, была ошеломлена, когда увидела первые фотографии. Она рассказывает: «Я была потрясена. Они выглядели как летучие мыши, свисающие с потолка пещеры. Мне бы никогда не пришло в голову, что актинии станут там жить».

Никто не мог вообразить, что может обнаружиться перевернутая экосистема с нижней стороны ледника. Однако ученые все же сумели объяснить ее существование с помощью традиционных представлений. Биологи пришли к выводу, что разнообразные живые существа под кромкой ледника могли кормиться за счет того, что приносила морская вода с соседних, освещенных солнцем

участков океана. Но дальше подо льдом, на большей удаленности от солнечных лучей, живых организмов будет все меньше. Чем меньше пищи, тем меньше будут размеры питающихся ею существ, пока не начнется огромная область, в которой живут только микробы, и она уже будет простираться на сотни километров, покрытая льдом до самой береговой линии.

Прибрежная зона очень сильно изолирована от света и фотосинтезирующих существ. Самые бесплодные участки океанского дна из всех известных людям, — это темные впадины посреди океана, имеющие глубину 6 тыс. м. Жизнь в этих местах зависит от частичек мертвого планктона, упавших вниз с верхних залитым солнцем слоев воды. У подледной прибрежной зоны сверху нет освещенных слоев. Стэси Ким (Stacy Kim), специалист по экологии антарктического бентоса, работающая в Морских лабораториях Мосс-Лэндинга, предполагала, что подледная прибрежная зона в несколько раз более изолирована от источника пищи, чем океанские впадины.

Исследования 2010 г. финансировались благодаря программе ANDRILL (ANtartic DRILLing Project, «программа антарктического геологического бурения»). В 2013 г. в рамках этой же программы для разработки более продвинутого телеуправляемого аппарата пригласили Зук, и в итоге был создан *Deep SCINI*. Окна для видеокамер были сделаны из кристаллов сапфира, «тело» аппарата состояло из миллионов маленьких полых стеклянных

Самые бесплодные участки океанского дна — это темные впадины посреди океана, имеющие глубину 6 тыс. м. Жизнь в этих местах зависит от частичек мертвого планктона, упавших вниз с верхних залитым солнцем слоев воды

шариков, робот выдерживал давление воды на глубине до 1 тыс. м, так что его можно было использовать при исследовании под толстым слоем льда в отдаленных участках ледника. Затем Зуку предложили опробовать *Deep SCINI* в экспедиции Пауэлла, который собирался впервые пробурить ледник в прибрежной зоне.

53-летний Зук не соответствует существующим представлениям об ученых. У него нет высшего образования. Он несколько лет занимался проектированием беспроводных телефонных систем, а затем в 1997 г. начал работать на обслуживании

радиотрансляционных башен и авиамаяков на антарктической станции Мак-Мердо. Зук вместе с Бернеттом, аспирантом, занимающимся робототехникой, спешно работали в течение шести месяцев, чтобы успеть сделать *Deep SCINI*, трудясь в поте лица в Университете Небраски-Линкольна по 15 часов в сутки. *Deep SCINI* создавался как пилотная модель, а не для настоящего использования. Когда 2 января 2015 г. его привезли к месту бурения, у аппарата не было навигационной системы и системы управления энергопотреблением, и поэтому он часто перегревался.

После того, как обнаружили рыбу и *Deep SCINI* подняли из скважины, вниз спустили океанографическое оборудование, принадлежавшее Пауэллу, и держали его на дне моря около 20 часов. Оно измеряло океанические течения и соленость — с помощью этих данных можно выяснить, с какой скоростью тает ледник. Кроме того, отслеживали содержание кислорода и других веществ в воде, это стало важно теперь, когда там были обнаружены сложные живые организмы. Все это время перед камерой периодически возникали рыбы и рачки.

Во время позднего ужина в лагере люди ломали головы, пытаясь разобраться в этих животных. «Нам надо понять, что они едят», — сказал Brent Кристнер (Brent Christner), микробиолог из Университета штата Луизиана, изучающий антарктических микробов уже 15 лет. Солнечный свет был слишком далеко, а любая вода, которая могла бы занести что-то с края ледника, должна была бы добираться сюда годами и за это время потеряла бы все съедобные частицы.

Все было еще загадочнее, поскольку у животных энергетические потребности выше, чем у микробов. Рыбы расположены на верху пищевой пирамиды. Находящиеся на нижнем уровне пирамиды микробы используют энергию света или химических соединений, чтобы создавать органические вещества из растворенного в воде углекислого газа и таким образом расти. Рачки едят микробов и используют их органические вещества. Рыба ест рачков. По словам Джона Приску (John Priscu), специалиста по экологии микроорганизмов, работающего в Университете штата Монтана, который был соруководителем экспедиции в этом году, передача органического вещества и энергии на более высокий уровень пирамиды происходит с большими потерями. Чтобы получить 1 кг рыбы, нужно около 100 кг микробов.



Перевернутый мир. Удивительные существа были обнаружены в краевой зоне шельфового ледника Росса (верхнее фото) в 2010 г. Вместо того чтобы расти на дне, актинии (справа) прикреплялись с нижней стороны ледника и росли сверху вниз; вокруг двигались другие животные, в том числе неизвестное существо, прозванное «яичным рулетом» (слева).

Тайной окутаны и миллионы квадратных километров земли, скрытые под Западно-антарктическим ледяным щитом. Гляциологи пробурили несколько скважин, пройдя лед до грунта. Там обнаружили в большом количестве панцири диатомовых водорослей, живших от 20 до 5 млн лет назад. Это значит, что в более теплый период эта территория была морским мелководьем. По данным сейсмической разведки, сейчас там находятся древние осадочные слои толщиной в сотни метров, содержащие миллиарды тонн полуразложившихся морских организмов, когда-то погибших и осевших на дно.

Та же группа ученых, что в январе пробурила скважину в прибрежной зоне, в начале 2013 г. пробурила ледниковый покров на расстоянии 100 км от берега и обнаружила подледное озеро, которое назвали озером Уилланса. Я тоже принимал участие в той экспедиции. Содержание органических соединений в древних морских отложениях на дне озера составило 0,3%, это сопоставимо с тем, что содержится в почве пустынных пастбищ в США. Кроме того, в озере были обнаружены

РЫБЫ ПОЛУЧАЮТ ЕДУ ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ОСАДКОВ, КОТОРЫМ МИЛЛИОН ЛЕТ

Огромный Западно-антарктический ледяной щит (слева) медленно сползает с суши в воду, превращаясь в плавучий шельфовый ледник (справа). В месте перехода щита в шельфовый ледник расположена прибрежная зона ледника. Тяжелая соленая вода движется в сторону берега, где она плавит лед, создавая небольшую водяную щель, которая не замерзает при температуре -20°C из-за сильного давления, создаваемого 740 м

льда сверху. Ученые предполагали, что эта черная щель будет практически безжизненной, поскольку чтобы синтезировать органическое вещество, бактериям нужен свет, а до освещенной солнцем воды отсюда 850 км. Но в январе этого года здесь обнаружили рыб и других сложных живых существ, которые, по-видимому, получали пищу из органических остатков, падающих с нижней стороны ледника (врезка слева снизу).



Нижние 20 м льда (слева) насыщены отложениями, образовавшимися миллионы лет назад и потом примерзшими к нижней стороне сформировавшегося над ними ледникового покрова. По мере того как теплая вода подмывает лед, кусочки органики попадают в полость между льдом и дном моря, создавая непрерывный поток пищевых частиц для рыб и других живых существ.

микроорганизмы. В отсутствии света и фотосинтеза микробы получали энергию, используя кислород для окисления химических веществ, таких как аммиак и метан, просачивающихся из нижних разлагающихся слоев.

Может ли рыба в прибрежной зоне получать пищу из аналогичных источников?

Когда *Deep SCINI* спускался вниз, перед тем как он добрался до воды, зеркальные ледяные стены скважины вдруг стали непрозрачными и обрели коричневую окраску. Нижние 20 м льда были насыщены такими же богатыми органическим веществом частицами, какие были обнаружены в озере Уилланса. Они примерзли к нижней части ледника, когда он полз по Земле тысячи лет назад.

Когда *Deep SCINI* исследовал водный участок подо льдом, кусочки этих частиц отрывались с ледяного потолка и, спускаясь вниз, сверкали как падающие звезды. Ежедневно с нижней стороны подтаивает около миллиметра льда, и при этом высвобождаются пищевые частицы.

Приску заметил, что рачки бокоплавов жадно толпились в местах скопления пищевых частиц, высвободившихся около скважины, после того как

там прошел аппарат. Он предположил, что лед, который здесь полностью перекрывает поступление света, может обеспечить питанием местных животных, поставляя в экосистему органический детрит, который едят микробы из нижней части пищевой пирамиды. Он говорит, что почти на 100% уверен, что еда приходит именно сверху.

Приску считает, что ледники, ползущие с суши в сторону моря, создают медленный конвейер, по которому органические остатки с суши, вмерзнув в лед, перемещаются к морю, при контакте с морской водой лед начинает таять и органика высвобождается. Грязный лед тает достаточно быстро, так что за то время, пока он проходит 40 км, он полностью избавляется от всех вмерзших органических частиц. Гляциолог из Калифорнийского университета в Санта-Крузе Слаvek Тулячик (Slawek Tulaczyk), выступавший соруководителем экспедиции наряду с Пауэллом и Приску, считает, что такое удобрение воды способствует возникновению обитаемой среды далеко от кромки льда.

Эти изолированные экосистемы могут быть достаточно широко распространены. Более 20 тыс. км составляет протяженность участков

антарктического побережья, покрытых плавучим льдом. Представьте, что вы смотрите на Антарктиду из космоса: если вы умеете видеть сквозь лед, то обнаружите вдоль всей береговой линии полосу шириной примерно 40 км с рыбой и другими животными. Это большая процветающая экосистема, а вовсе не безжизненный ад.

На обширных участках темного покрытого льдом океана, расположенных между данными оазисами и открытой водой, тоже могут существовать некоторые животные. В 1977 г. пробурили скважину сквозь шельфовый ледник Росса на расстоянии 475 км от открытого моря, глубина воды в этом месте составляла 240 м. В скважину спустили фотокамеры и сделали несколько сот фотографий морского дна, и на двух из них обнаружилась рыба. Кроме того, там были видны рачки бокоплавы. Ким рассказывает, что тогда на это не обратили особого внимания. Но сейчас эти старые наблюдения становятся более значимыми, поскольку рыба обнаружена и в значительно более изолированных местах в прибрежной зоне.

Подледное озеро Восток расположено в восточной части Антарктики. Оно покрыто слоем льда толщиной 3,7 тыс. м и отрезано от воздуха и света уже 15 млн лет. В 1990-х гг. российские ученые пробурили скважину и, не доходя до воды, взяли пробу льда с поверхности озера

Сведения о распространении жизни подо льдом становятся все более увлекательными. По снимкам, сделанным недавно с самолета с помощью радара, можно представить трехмерную структуру ледника. Видно, что в прибрежной зоне лед подтаивает, вода вытекает из-под него и движется сотни километров вдоль днища ледника по строго определенному пути. Дэвид Холланд (David Holland), океанограф из Нью-Йоркского университета, говорит, что получается фактически река вверх дном. Перевернутая река промывает русла во льду, которые могут быть от 500 до 3 тыс. м шириной и 200 м высотой. Если по такой реке плывут органические частицы, которые высвободились из льда, то ими могут питаться организмы, живущие вдоль русла.

Изучая фотографии и образцы, добытые Зуком, и перевернутых актиний, собранных в 2010 г. при бурении в районе высоты Коулмена (данные были

опубликованы только в 2013 г., после большой задержки), биологи не перестают удивляться, как глубоко может забраться жизнь. Удивительно, что виды, живущие в столь экстремальных местах, совершенно не примечательны. Дэли говорит, что хотя среда обитания очень причудлива, но животные там самые обычные.

Актинии, например, принадлежат к хорошо известному семейству, представители которого встречаются по всему земному шару. В анатомии антарктических актиний нет ничего необычного — нет, например, никакой новой железы или другого органа, помогающего закрепляться на льду, не замерзая. Они выживают, поскольку накапливают соль вокруг своего тела и это может действовать как антифриз. Дэли отметила одно приспособление: в яйцах этих актиний содержится много жира, поэтому они плавают сверху, около ледяного потолка, а не опускаются вниз, на дно.

По словам сотрудника Канадского музея природы морского биолога Кэтлин Конлан (Kathleen Conlan), мелкие красные рачки, обнаруженные в январе этого года, — это, по видимому, прожорливые падальщики, принадлежащие к хорошо известной группе, обитающей на глубине у морского дна. По ее словам, если в Антарктике в экосистему существует приток органического вещества из мертвых частиц, падающих с ледяного потолка и стимулирующих рост микроорганизмов, то рачки могут их собирать.

Голубовато-коричневато-розоватую рыбу тоже узнали по фотографиям. Ихтиолог из Иллинойского университета в Эрбане и Шампейне Артур Девриз (Arthur DeVries), изучавший антарктических рыб почти 50 лет, определил, что это антарктическая серебрянка, один из наиболее распространенных видов в здешних прибрежных водах. Как ни странно, эти рыбы не переносят замерзания.

Присутствие столь обычных существ в таких странных местах означает важную истину: условия во многих отдаленных и неизученных местах на Земле могут быть не настолько экстремальными, как считалось. Геофизик из Технологического института Джорджии Бритни Шмидт (Britney Schmidt) говорит, что людям кажется, будто они в курсе всего, что происходит на планете, однако январские открытия показали, насколько наивно так думать. По ее мнению, это должно послужить хорошим уроком.

На самом деле сложные формы жизни могут существовать в самых разных местах, которые мы считали необитаемыми. И на Земле, и на других

планетах и спутниках мы обычно судим о пригодности среды для жизни по наличию жидкой воды. Шмидт смотрит на это иначе. Она говорит, что ищет геологические источники энергии. Например, при движении литосферных плит или сползании ледника давно похороненное органическое вещество может высвободиться и послужить источником пищи. По словам Шмидт, такие этапы развития могут поддерживать жизнь.

Другие недавние открытия свидетельствуют в пользу такого подхода. Скопления червей были найдены на дне Мексиканского залива на участках метанового льда — это необычное твердое состояние природного газа, возникающее при высоком давлении. Несмотря на жизнь в столь необычном месте, черви питаются типичной для них пищей — бактериями. А бактерии, в свою очередь, едят метановый лед. Разные виды червей обнаруживали в подземных водах, бурлящих в трещинах коренных пород, которые залегают в 3 км ниже поверхности Земли. Эти черви питаются микробами, которые едят горные породы. Существуют даже живущие на глубине микроорганизмы, которые в некотором смысле пользуются атомной энергией, поскольку для получения энергии им нужен водород, образующийся в результате распада урана и других радиоактивных элементов.

Подледное озеро Восток расположено в восточной части Антарктики в 1,5 тыс. км от скважины, пробуренной в январе этого года. Озеро покрыто слоем льда толщиной 3,7 тыс. м и отрезано от воздуха и света уже 15 млн лет. В 1990-х гг. российские ученые пробурили скважину и, не доходя до воды, взяли пробу льда с поверхности озера. В 2013 г. биолог из Государственного университета в Боулинг-Грине, штат Огайо, Скот Роджерс (Scott Rogers) опубликовал результаты анализа ДНК, содержащейся во льду. Солидные полярные биологи скептически и с усмешкой отнеслись к этим данным. В публикации сообщалось, что были обнаружены фрагменты ДНК водных животных, в том числе актиний и ракообразных, которые, по-видимому, обитают в озере.

Тулячик говорит, что не надо торопиться отвергать результаты Роджерса. Несмотря на то что озеро расположено очень глубоко, туда, по-видимому, поступает достаточно кислорода из пузырьков в тающих сверху слоях льда.

Аналогичные процессы могут происходить на Европе — покрытом льдом спутнике Юпитера, у которого под 10–20-километровым слоем льда предположительно скрывается океан из жидкой воды. Шмидт с коллегами нашли доказательства существования сильных океанических течений внутри Европы, которые происходят за счет приливов, вызванных гравитационным притяжением Юпитера. Если эти течения теплые и вызывают таяние со стороны днища ледников, они могут

питать экосистемы, как это происходит в подледном озере Уилланса или в прибрежных зонах Антарктиды. Теплые течения могут вызывать движение тектонических плит, при этом лед, поступая с поверхности этого спутника, используется в океане, обеспечивая постоянное поступление кислорода и других химических веществ.

Находка животных в прибрежных зонах ледников вызвала множество дополнительных вопросов. Пауэлл будет наблюдать океанические течения и оценивать, как происходит нагревание, чтобы понять, с какой скоростью тает лед и высвобождаются новые пищевые частицы. С помощью инструментов, которые Тулячик опустил в скважину, он сможет еженедельно получать информацию о течениях. После того как лед сверху замерзнет, эти приборы будут регистрировать изменения наклона нижней поверхности ледника, которые возникают при ежедневных приливах, и передавать информацию через спутниковую связь. Приску и Кристнер вскрыют рачков и проведут ДНК-анализ содержимого их кишечника, чтобы увидеть, чем питаются эти животные. Кроме того, они будут анализировать ДНК микроорганизмов из воды и с древних органических остатков, чтобы определить, что используется для получения энергии в этой пищевой цепи, — аммоний, соединения серы или другие химические вещества.

Пауэлл надеется вернуться в шельфовую зону с более крупным телерадиоуправляемым аппаратом, который сможет дальше заходить под лед, снимать видео и измерять химический состав воды. Зук мечтает набрать несколько живых рыб и других животных. Но сейчас он уже очень доволен тем, как у него получился *Deep SCINI*. В январе, собирая вещи, он сказал мне: «Для Антарктиды есть правило: никакие новые крупные технологические проекты с первого раза не работают. Удача *Deep SCINI* — это маленькое чудо».

Перевод: М.С. Багоцкая

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Фокс Д. Свидетельство таяния льдов Антарктики // ВМН, № 9, 2012.
- A Microbial Ecosystem Beneath the West Antarctic Ice Sheet. Brent C. Christner et al. in *Nature*, Vol. 512, pages 310–313; August 21, 2014.
- О дальнейших открытиях, касающихся жизни подо льдом Антарктики, см. на сайте проекта WISSARD: www.wissard.org
- Подробнее о важнейшем открытии в прибрежной зоне шельфового ледника Росса см. по адресу: ScientificAmerican.com/jul2015/fox