

Сокровища ледовых куполов. Кто и за что сражается в Антарктиде



© Фото: Екатерина Еременко

На буровой станции "Восток". В руках — чистейший озерный лед с глубины почти четыре километра

МОСКВА, 28 янв — РИА Новости, Татьяна Пичугина. Ровно 200 лет назад русские мореплаватели открыли еще один материк — Антарктиду. С тех пор его осваивают исключительно с научными целями. В результате прогнозы погоды стали более точными, восстановлена климатическая летопись Земли на протяжении миллиона лет, прояснилось будущее планеты в эпоху глобального потепления. О важнейших открытиях и самых актуальных проектах — в материале РИА Новости.

Прорыв в южные моря

Люди с незапамятных времен верили, что в Южном океане должен быть материк: для равновесия, чтобы Земля не перевернулась "вверх ногами". Недаром на древних картах вокруг Южного полюса изображали сушу под названием Terra Australis Incognita — неизвестная южная земля.

О существовании неизведанной территории в Южном океане писал Михайло Ломоносов. Раз там плавают айсберги, рассуждал ученый, значит, они должны откалываться от ледника, лежащего на суше. Поскольку айсберги огромные, то и земля большая.

"Берега в южных широтах искал Джеймс Кук — самый известный мореплаватель XVIII века. Но он так и не сумел пробиться сквозь льды — суда тогда были небольшие, парусные. Путешественник заявил: задача настолько сложная, что она никому не под силу. Следующие полвека не было даже попыток искать южный материк. Русская кругосветная экспедиция стала первой, кому это удалось", — рассказывает академик Владимир Котляков, научный руководитель Института географии РАН, гляциолог, участник многочисленных полярных исследований.

В июле 1819 года из Кронштадта в южные моря отправились два шлюпа. "Восточным" и всей экспедицией командовал Фаддей Беллинсгаузен, "Мирным" — Михаил Лазарев. Прибыв с восточной стороны, 28 января 1820 года они увидели берег, а через несколько дней подошли к нему.



10 января, 09:06

[В Антарктиде на российской базе открыт памятник Беллинсгаузену](#)

Примерно тогда же в тех широтах находились картографические и промысловые суда американцев и англичан, они сообщали, что видели землю. Но русская экспедиция была исследовательской, очень хорошо оснащенной, состоящей из ученых разных специальностей. Из Антарктики мореплаватели привезли огромный научный материал, изданный позже на французском языке.

"Поэтому приоритет этого открытия у русских никто напрямую не оспаривает", — подчеркивает академик Котляков.

Антарктида находится под огромным слоем льда, который начал формироваться примерно 35 миллионов лет назад.

"В Северном полушарии ледники то наступали, то отступали, например, территорию Москвы они покрывали всего десять тысяч лет назад, в Антарктиде же ледник постоянный. Его толщина достигает четырех километров на суше. Для обывателя лед хрупкий. На самом деле — это текучая масса, которая растекается, словно тесто хлебного каравая", — поясняет ученый.

Согласно международной конвенции, Антарктида принадлежит всему человечеству, на ней запрещена любая хозяйственная деятельность, геологическая разведка. Там можно заниматься только наукой.



© РИА Новости / А. Шадрин

Модель шлюпа "Мирный", которым командовал Михаил Лазарев, участник открытия Антарктиды

Хрупкое равновесие

Тогда как Арктику называют кухней погоды Северного полушария, Антарктику считают ответственной за климат Южного полушария.

"Дать современный прогноз погоды — это обработать колоссальное количество сырых данных. Когда мы стали получать информацию из Антарктиды, прогноз погоды на всем земном шаре улучшился", — приводит пример Владимир Котляков.

Антарктиду омывает Южный океан — самый большой источник биоресурсов планеты. Он богат рыбой и крилем — планктонными рачками, которых в холодных водах больше, чем в теплых. В центре Антарктиды температура никогда не поднимается выше минус 20 градусов Цельсия, обычно — 50-60 ниже нуля. Рекорд зафиксировали в 1983 году на советской полярной станции "Восток" — минус 89,2 градуса.

"В таких условиях выпадающий снег никогда не тает. Я бывал там в конце августа. Температура — минус 60, абсолютно ясное небо, ни облачка, ветра нет, и сверху прямо из чистого воздуха падают кристаллики льда. Они идут сотни, миллионы лет непрерывно, лед нарастает, постепенно стекает к морю, от него откалываются айсберги. Так сохраняется баланс массы ледника", — поясняет исследователь.

В наши дни антарктический ледник постоянно измеряют, мониторят со спутников. Опасения вызывает Западная Антарктида, которая теряет массу быстрее, чем набирает.



30 сентября 2019, 08:00

[Что будет с океаном, если растает Антарктида? Ученые опубликовали прогноз](#)

До 2010 года считалось, что Восточная Антарктида понемногу наращивает лед. Это объясняется тем, что в период потепления выпадает больше осадков. Теперь появились данные, что баланс этой части ледового щита приближается к отрицательному.

Лед выносится в океан через выводные ледники. Скорость их течения выросла, значит, увеличился расход массы.

"Айсберг всплывает в море и, по закону Архимеда, замещает собой объем воды, вес которого равен весу айсберга. Уровень Мирового океана поднимается на доли миллиметра. Главная опасность в эпоху глобального потепления связана с Западной Антарктидой, основание которой расположено ниже уровня моря. Если морская вода проникнет глубже в центр материка, есть вероятность катастрофического всплытия больших частей ледника. Работающие там американские коллеги подчеркивают, что в течение ста лет ледниковый покров Западной Антарктиды может разрушиться частично или полностью. В последнем случае уровень моря повысится на пять метров. Возможно, они преувеличивают степень опасности", — добавляет Владимир Липенков, руководитель лаборатории изменений климата и окружающей среды Арктического и антарктического научно-исследовательского института (Санкт-Петербург).

Озеро Восток

В 1961 году сотрудник Института географии Игорь Зотиков опубликовал статью с расчетами, из которых следовало, что под ледниками Антарктиды могут существовать озера жидкой воды. Ему тогда мало кто поверил. Однако гипотеза вскоре подтвердилась, и в 1970 году советские ученые приступили к бурению скважины на станции "Восток", которая, как оказалось, стоит над одним таким озером.



© Фото : ААНИИ/Владимир Липенков
Вышка буровой на станции "Восток"

"До этого думали, что эпоха географических открытий закончилась. А мы нашли самое большое озеро в Антарктиде. Теперь их известно около двухсот. Мы первые начали бурить, раньше других проникли в подледниковое озеро, существование которого было предсказано Зотиковым. Это огромное достижение, признанное всем миром", — подчеркивает академик Котляков.

Озеро Восток — пятый по объему пресный водоем на Земле. Примерно шесть тысяч кубических километров воды. Над ним — четыре километра льда.

"Верхние 3318 метров — это атмосферный лед с ненарушенной стратиграфией", — рассказывает Владимир Липенков.



© Фото : ААНИИ/Владимир Липенков

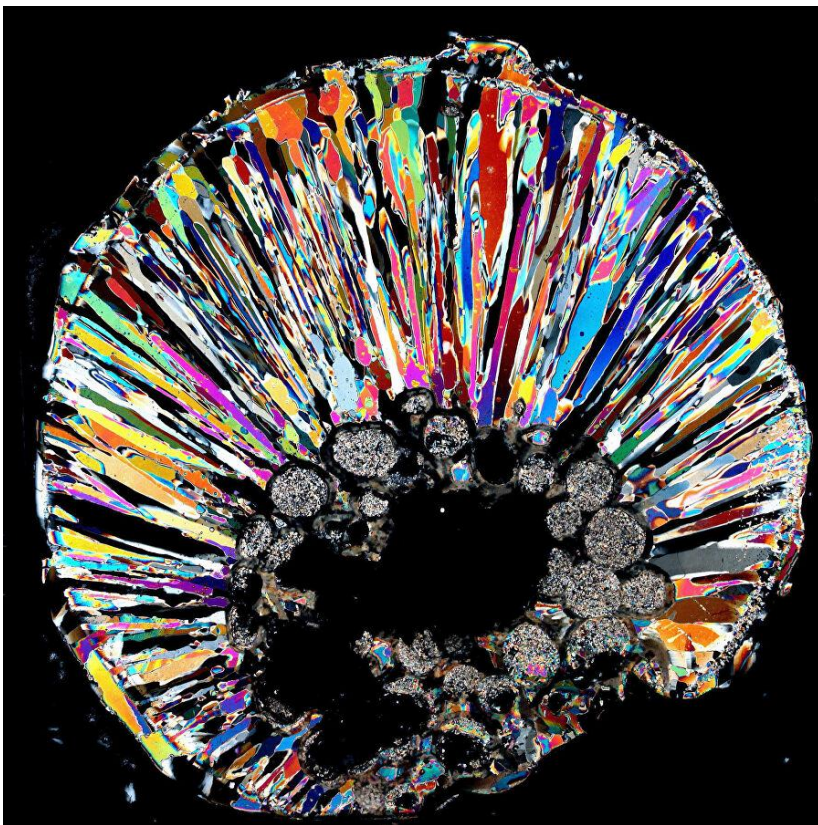
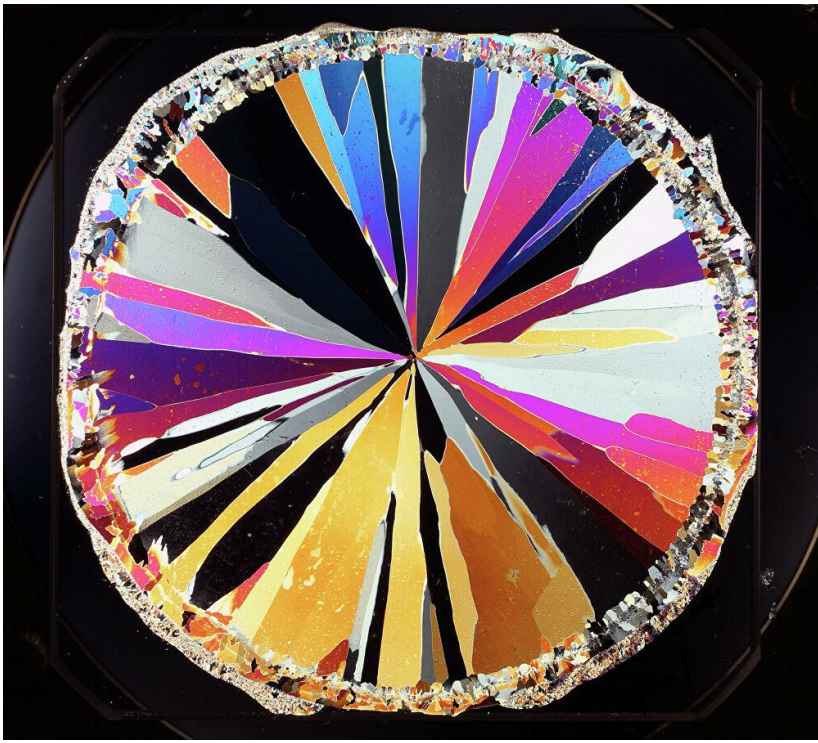
В руках у Владимира Липенкова озерный лед. Январь 2013 года. После достижения озера Восток начато бурение новой скважины (5Г-3) с глубины 3458 метров. Спустя два года через нее произойдет повторное проникновение в водоем

Стратиграфия — это последовательность наслоений. Если толща не смята в складки, не перемешана, сверху останутся более молодые слои, снизу — более древние. Так вот, эта ненарушенная колонка (кern) льда стала источником информации о климате и составе атмосферы Земли за последние 420 тысяч лет — результат, который сделал станцию "Восток" легендой в истории антарктических исследований.

Следующие 220 метров разреза ледника также сложены атмосферным льдом, но с нарушенной последовательностью слоев. Еще ниже на протяжении 230 метров идет лед совершенно другого происхождения.

"Это замороженная вода озера. Она намерзала на нижнюю поверхность ледника с очень маленькой скоростью — примерно по пять миллиметров в год. Лед очень чистый, по сути, двойной дистиллят. Все, что известно о воде озера, получено из этого льда", — продолжает ученый.

Выяснилось, что озеро Восток очень сильно насыщено газами, особенно кислородом, что ставит под вопрос существование в нем живых организмов. В озерном льду обнаружили включения минералов, захваченных со дна, и ДНК термофильной бактерии, приспособленной для жизни в горячих источниках, нагретых до 50-60 градусов. Поэтому биологи считают, что она оказалась во льду не из воды, где всего минус 2,8 градуса, а из разломов в земной коре, расположенных под водоемом.



Так выглядит структура замерзшей в скважине озерной воды.
Фото шлифа в поляризованном свете
Фото ААНИИ /Владимир Липенков

В 2012 году скважина достигла нижней поверхности ледника. И тут случилось непредвиденное. Когда вытащили снаряд, вода из озера, поднимаясь по скважине следом, среагировала с фреоном из заливочной жидкости (ею наполняют ствол, чтобы предотвратить его сжатие из-за большого давления окружающего льда) и образовала гидратную пробку. Своего рода естественную защиту водоема от внешнего влияния.

Опустить через нее какие-либо приборы для отбора проб озерной воды не представлялось возможным.

"Мы бурили, чтобы получить воду, замерзшую в скважине. Думали, что она будет более информативна из-за того, что не такая химически очищенная, как озерный лед, намерзший снизу ледника. Пытались два раза, но результатов, которые бы существенно улучшили наши знания об озере, не получили. Этот этап исследования — вскрытие озера — завершен", — объясняет Владимир Липенков.



© Фото : ААНИИ/Владимир Липенков
Станция "Восток" — форпост российской науки в Антарктике

Идем ко дну!

"Впереди — прямые исследования толщи озера Восток. Будет новая скважина, спуск через нее измерительных приборов, отбор проб воды с разных глубин. Для этого нужны другие технологии, заливочная жидкость, скважина большего диаметра, огромные средства, сравнимые разве что с финансированием космических проектов. Это настоящий мегапроект", — говорит Владимир Липенков.

Еще более грандиозная задача — поднять осадки со дна. Они могут содержать информацию об истории оледенения Антарктиды и возникновении в ее центре гигантского подледникового водоема, об изменении природной среды за последние несколько миллионов лет.

Сейчас большинство ученых склонны считать, что озеро Восток — результат донного таяния ледника, а не реликт той эпохи, когда Антарктида была свободна от ледникового покрова.

"Мы знаем, что под ледником существует разветвленная гидрологическая система — озера, реки, болотца. Озеро Восток — крупнейший ее объект. Интересный вопрос: есть ли возможность стока воды из него? В прошлом такие катастрофические события, как сбросы больших объемов воды, по-видимому, случались, но в наши дни озеро находится в стабильном состоянии", — добавляет ученый.

Интересно было бы узнать тайну происхождения озера Восток и найти там микроорганизмы. Если оно реликтовое, живые существа могли эволюционировать самым необычным образом. А это уже потенциальный объект исследования для астробиологов, похожий по некоторым параметрам на подледные океаны спутников Юпитера и Сатурна — Европы и Энцелада.

Если микробы попали в озеро извне, то надо понять, как они приспособились к насыщенной кислородом, а потому ядовитой среде. Не менее удивительно было бы совсем не найти в таком большом пресном водоеме ничего живого.

Сейчас на станции "Восток" строят новый зимовочный комплекс, на базе которого может начаться очередной этап в исследовании подледникового озера Восток.



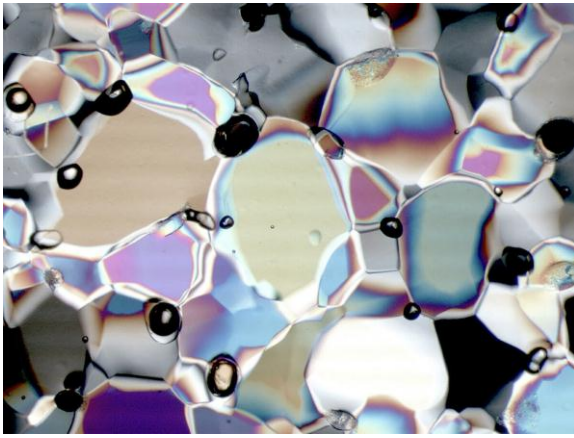
© Фото : ААНИИ/Владимир Липенков

Антарктическим летом солнце не заходит, поэтому ноутбук питается от солнечных панелей. На фото — Владимир Липенков

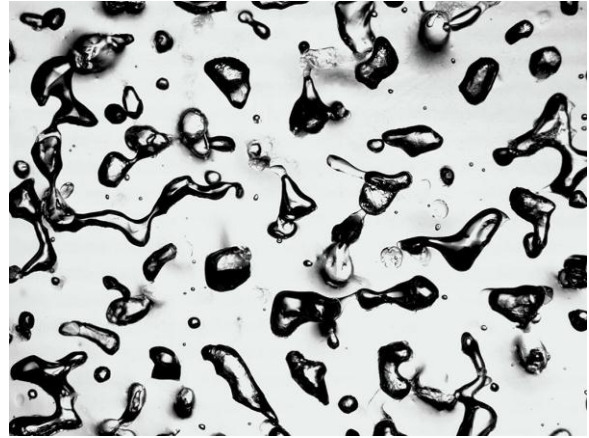
Воздух в ловушке

Ученые добывают из антарктического льда потрясающую информацию о климате планеты. Но вся она была бы бесполезна без знания, когда этот лед образовался. Традиционные, проверенные методы работают, только если его стратиграфия не нарушена. Так, была получена датировка в 800 тысяч лет для ледяного керна из скважины, пробуренной на европейской станции "Конкордия" в районе Купола С. Колонка льда со станции "Восток" содержит непрерывную летопись климата за последние 420 тысяч лет. Ниже залегает деформированный атмосферный лед. Как определить его возраст?

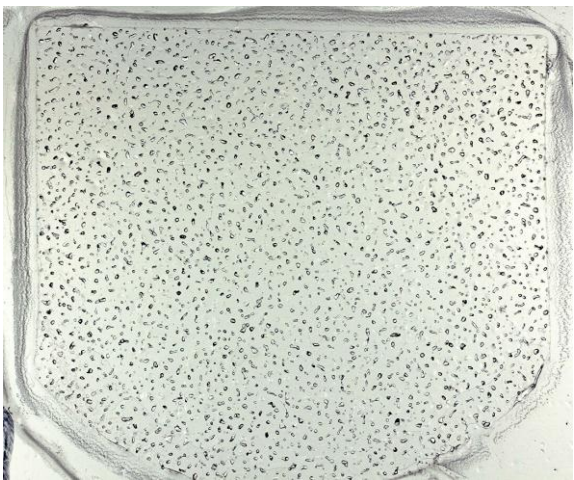
Дело в том, что лед включает множество пузырьков воздуха, захваченного из атмосферы. По мере того как образуются новые слои, а старые опускаются глубже, давление воздуха в пузырьках увеличивается. При определенных показателях (их называют давлением диссоциации гидратов) пузырьки превращаются в кристаллы клатратных гидратов воздуха. С увеличением возраста льда размер кристаллов растет. Физики называют этот процесс оствальдовским созреванием.



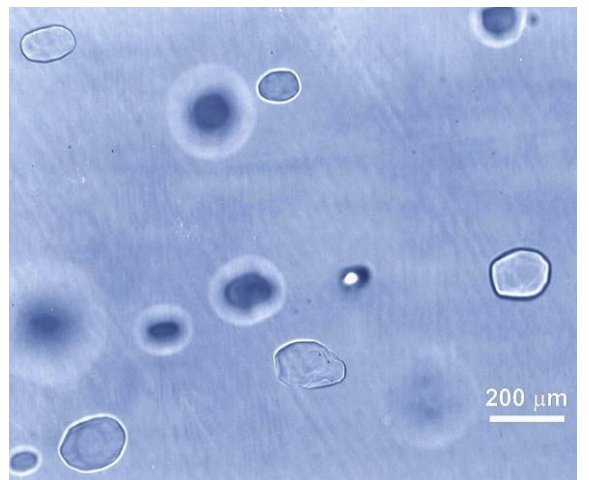
1



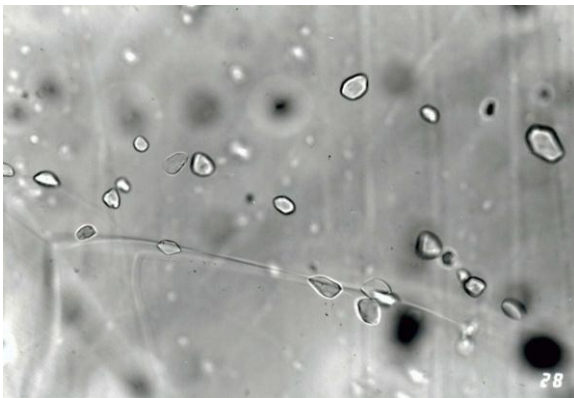
2



3



4



5



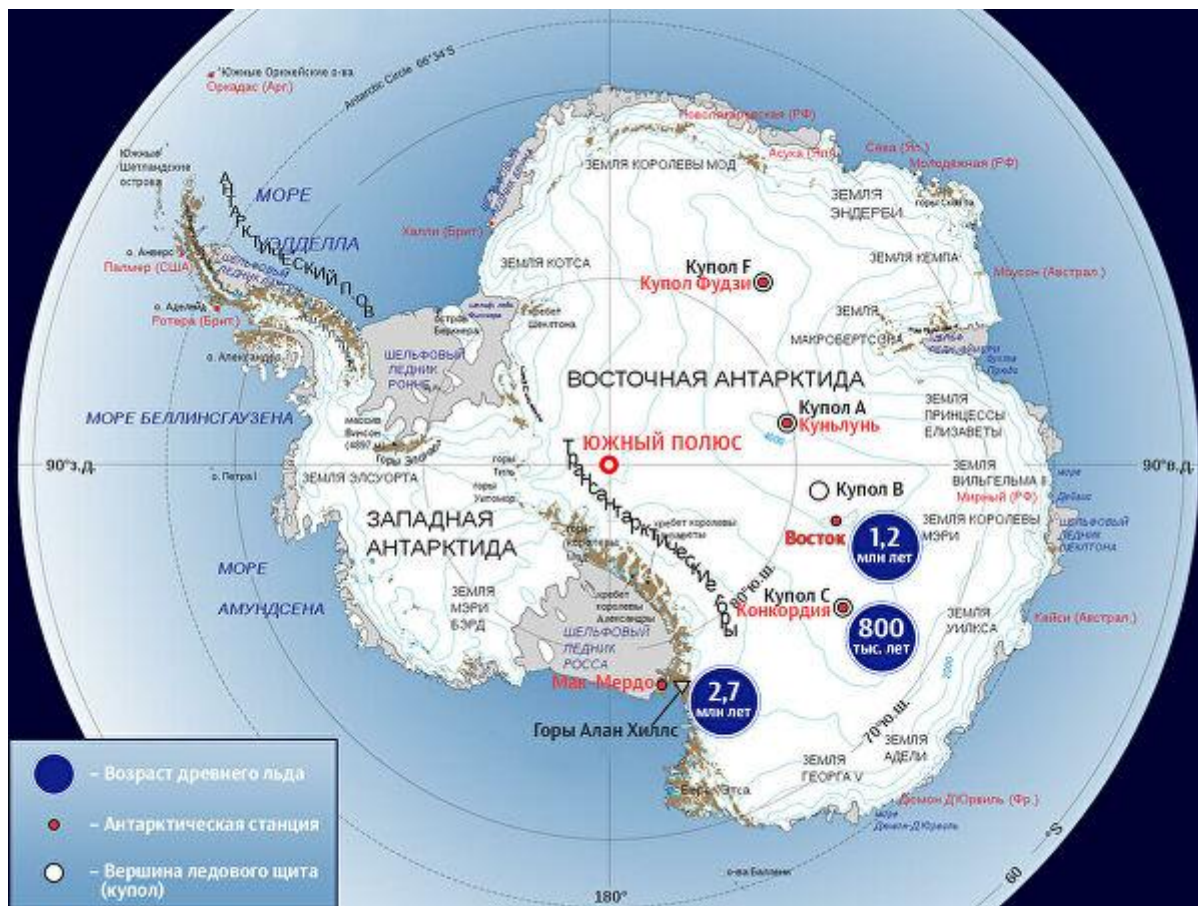
6

1, 2, 3 – Газовые пузырьки в ледниковом льду содержат воздух древней атмосферы Земли
 4 – Кристаллические включения гидратов воздуха в древнем льду, образовавшиеся из газовых пузырьков под действием высокого давления в теле ледника
 5 – Кристаллы гидратов воздуха. Чем они больше, тем старше лед
 6 – Кристаллические включения гидратов воздуха в древнем льду
 © Фото : ААНИИ/Владимир Липенков

"Изучая керн в самой нижней его части, где есть только кристаллы гидратов, мы обнаружили, что размер их резко увеличивается с глубиной. Сразу стало понятно, что возраст этого льда очень большой, и, чтобы его вычислить, мы начали разрабатывать

математическую модель роста гидратов применительно к леднику", — говорит Владимир Липенков.

Модель создали совместно с профессором математики Казанского федерального университета Андреем Саламатиним, но некоторые параметры роста кристаллов оставались неизвестными. Воспроизвести этот процесс в условиях лаборатории было невозможно ввиду его очень малой скорости.



[CCO](#) / NASA /

Места, где найдены образцы древнего льда в Антарктиде

Для определения параметров роста гидратов использовали образцы древнего, хорошо датированного льда из скважины на станции "Конкордия", которые хранились в подснежной пещере при температуре минус 55 градусов. Только в таких условиях кристаллы гидратов не разлагаются на пузырьки воздуха. Вывозить образцы с континента нельзя — чтобы не испортить, анализировали их прямо на станции "Восток". Модель удалось откалибровать и вычислить возраст льда в нижней части колонки "восточного" керна — он оказался немногим больше 1,2 миллиона лет.

Древнее только датировка, полученная американцами для льда из района Алан Хиллс в Трансантарктических горах: 2,7 миллиона лет. Образцы взяты из скважины глубиной всего около двухсот метров, там, где по склону горной гряды поднимается к поверхности ледника очень древний слой. Возраст определили по стабильному изотопу аргон-40, но с большими допущениями, например, что скорость его дегазации из земной коры, где он образуется в результате распада своего предшественника, калия-40, постоянна. Погрешность такой датировки очень велика — порядка 400 тысяч лет.

"Мы же используем три метода — гидратный, по криптону-81 и аргону-40. Последний не улучшает нашу датировку, но подтверждает ее. Он годится лишь для грубых оценок", — отмечает ученый и добавляет, что работы по датированию и исследованию древнего льда со станции "Восток" проводятся при поддержке Российского научного фонда.



© Фото : ААНИИ/Владимир Липенков

Летим над Трансантарктическими горами. Где-то внизу — Алан Хиллс

Глубинные рекорды

Проблема в том, что образцы с Алан Хиллс и Востока взяты из толщ с нарушенной стратиграфией. По ним можно узнать, какой был средний состав атмосферы в определенный промежуток времени в прошлом, но нельзя реконструировать его эволюцию. А все стремятся получить как можно более длинную непрерывную запись климатических изменений.

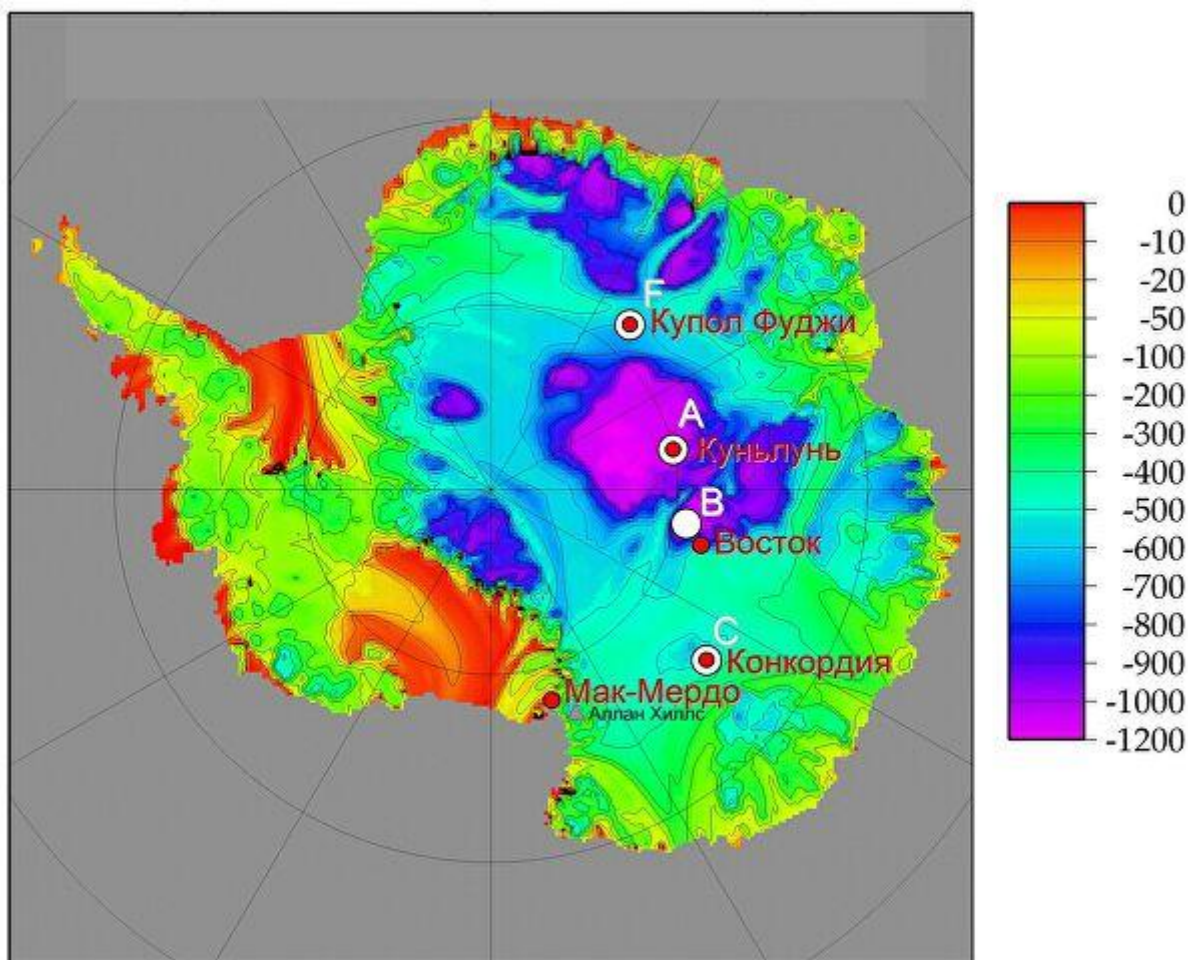
"Это позволит установить, почему произошла перестройка климатической системы в позднем плейстоцене, примерно миллион лет назад. Одна из возможных причин: уменьшение содержания CO_2 в атмосфере. Анализ образцов древнего льда показывает, что вроде бы это не так. Но ни "восточный" лед, ни лед с Алан Хиллс не позволяют получить временной климатический ряд, чтобы понять, как эволюционировала атмосфера Земли в тот критический для формирования современной климатической системы момент", — объясняет он.

Следовательно, надо найти древний лед с сохранившейся последовательностью слоев. Он может быть обнаружен в основании ледниковых куполов Антарктиды, откуда начинается растекание ледникового покрова. Там низкая скорость аккумуляции снега, плоское залегание ледяных слоев, течение медленное, толщина льда не самая большая, поэтому нет донного таяния.

Международное научное сообщество активно занимается поиском древнейшего льда планеты в Антарктиде. Запущены сразу четыре проекта. Китайцы бурят на Куполе А (Аргус), где расположена их станция "Куньлунь", японцы ищут вблизи своей станции Купол Фудзи, европейский консорциум, объединяющий 14 организаций из десяти стран, начал бурение в районе Купола С, в 40 километрах от франко-итальянской станции "Конкордия". Российские ученые планируют искать древний лед в районе Купола В — в 300 километрах от станции "Восток".

"Для большинства куполов есть только теоретические предсказания существования древнего льда, а мы его уже обнаружили в нашем "восточном" керне, и если пойдем от скважины вверх по течению ледника к тому месту, откуда пришел этот лед в район Востока, то должны найти лед старше 1,2 миллиона лет с ненарушенной стратиграфией", — убежден Владимир Липенков.

В этом сезоне ученые совершат на Купол В небольшую санно-тракторную экспедицию, в ближайших планах — развернуть там полевые работы, провести радиолокационное зондирование и, если все сложится хорошо, начать бурение ледника.



© ААНИИ/Владимир Липенков

Расчетный возраст льда в нижнем 50-метровом слое антарктического ледникового покрова. Сиреневый — самый древний. Шкала возраста справа дана в тысячах лет. На карте показаны ледниковые купола А, В, С, F и антарктические станции, на которых производится или планируется бурение в поисках древнего льда

[РИА Наука](#) [Институт географии РАН](#) [Кронштадт](#) [Михаил Лазарев \(мореплаватель\)](#)
[Фаддей Беллинсгаузен](#) [физика](#) [Земля - РИА Наука](#) [Джеймс Кук](#) [Арктический и антарктический НИИ Антарктида](#)