

библиотека полярных исследований



Озеро ВОСТОК

Annotation

Вашему вниманию предлагается сборник выдержек из документальной литературы и статей научных периодических изданий на тему открытия и изучения антарктического озера Восток. Издание иллюстрировано документальными фотографиями.

- [Озеро Восток](#)
 -
 - [Вторая Советская антарктическая экспедиция](#)
 - [Открытие озера Восток](#)
 - [Размеры и характеристики озера Восток](#)
 - [Глубинное бурение как основной метод исследования](#)
 - [Исследование кернов](#)
 - [Микробиологическая сенсация?](#)
 - [Мировой рекорд бурения ледовых скважин](#)
 - [Достижение поверхности озера Восток](#)
 - [Первый керн озерного льда](#)
 - [Перспективы дальнейшего исследования](#)
 - [Список использованной литературы](#)
-

Озеро Восток



Вторая Советская антарктическая экспедиция

Более чем полвека назад огромные вездеходы 2-й Советской антарктической экспедиции после беспримерного по сложности перехода достигли глубинных районов Центральной Антарктиды. Могучие машины остановились у Южного геомагнитного полюса – на этом месте полярникам предстояло основать новую антарктическую научную станцию «Восток». Название данная станция получила по имени одного из двух парусных шлюпов, на которых в 1820 году российская экспедиция под руководством Ф. Ф. Беллинсгаузена и М. П. Лазарева открыла Антарктиду.



Доставка самолетом ИЛ-14 людей и грузов в Антарктиду



Вячеслав Аверьянов, начальник станций Восток и Восток-1. 1957 год



Заготовка снега на станции Восток

Через 137 лет, в 1957 году, никто из создателей станции и подумать не мог, что именно здесь, в самом сердце Антарктиды, где зимой царит жесточайший холод, под многокилометровой ледяной толщей будет обнаружен уникальный реликтовый водоем – озеро, названное впоследствии Восток. Итак, станция «Восток»

была заложена 16 декабря 1957 года. Эта дата стала примечательной для станции и другим событием – в этот день была зафиксирована самая высокая температура – минус 13,6 градуса по Цельсию. До сего дня так «тепло» на станции больше не было.

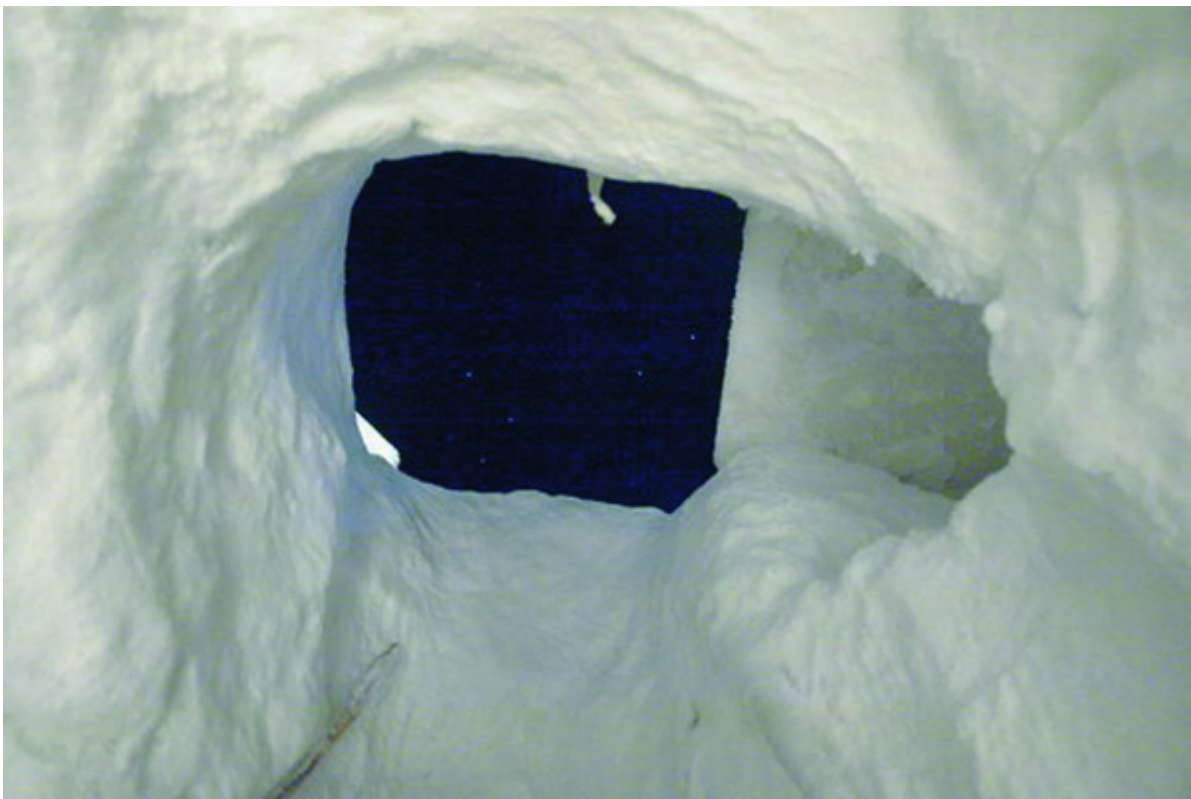


Станция Восток. 1957 год





Разгрузка ИЛ-14 на ВВП станции Восток

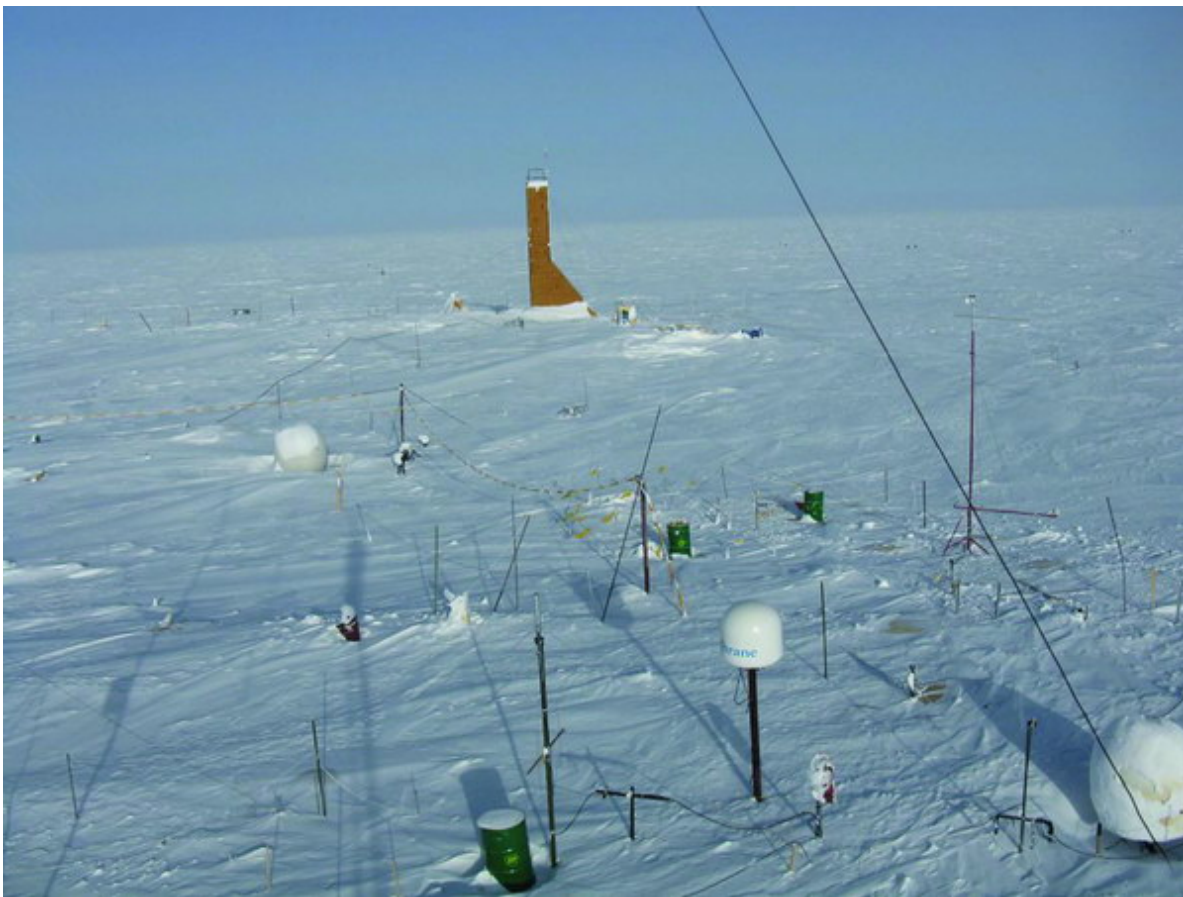


Выход на поверхность из «подземного города» станции Восток





21 июля 1983 года здесь был зарегистрирован абсолютный минимум приземной температуры воздуха на планете, равный $-89,2^{\circ}\text{C}$



Станция Восток под толщей снега и буровая на заднем плане



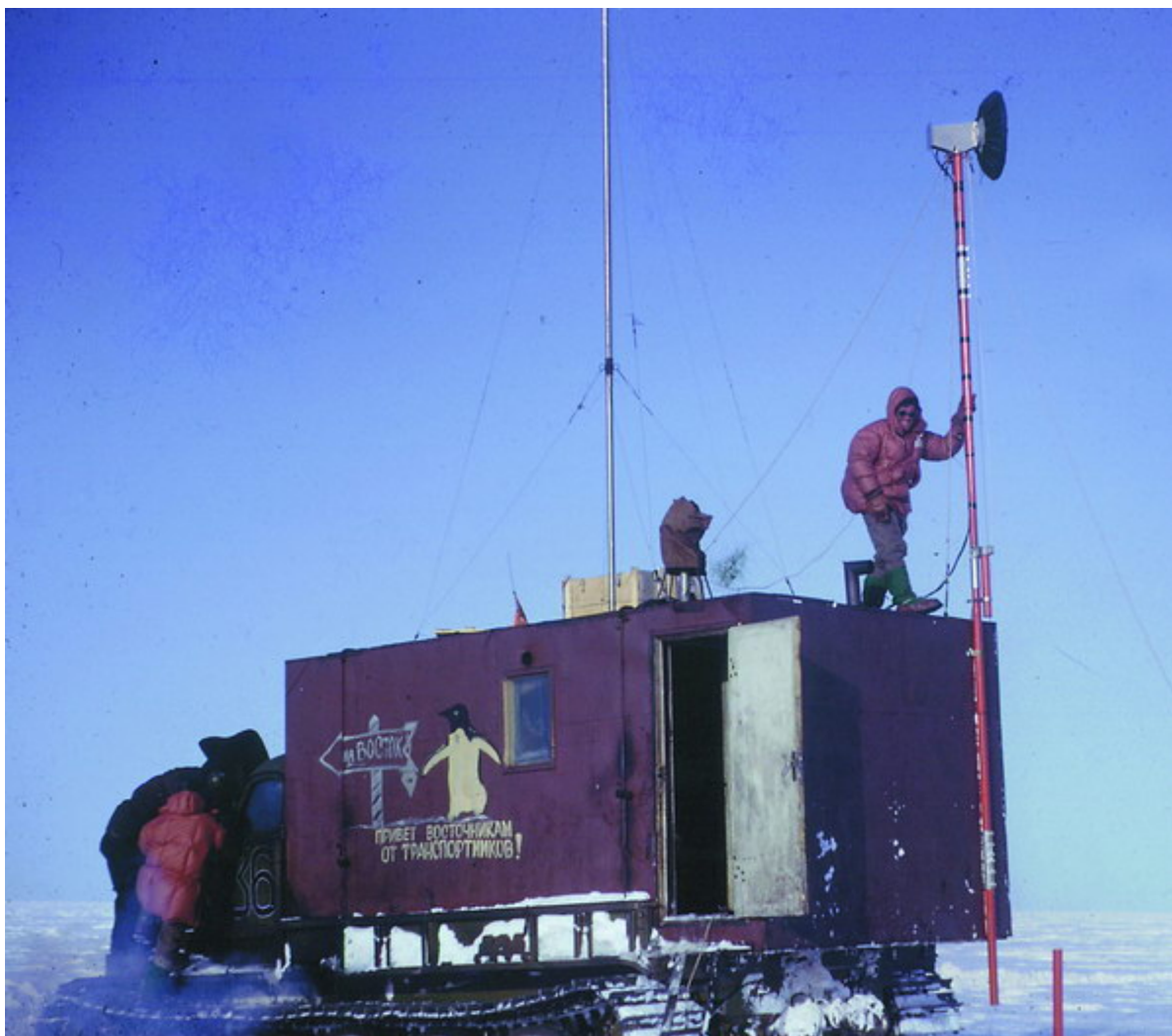
Измерение высоты снежного покрова



Станция Восток. 1950-е гг.

Сразу же вслед за тем, как на «Востоке» был поднят флаг, начались постоянные комплексные метеорологические и аэрологические наблюдения (первая метеотелеграмма была отправлена уже 16 декабря). Позднее ученые проводили вертикальное зондирование ионосферы, геомагнитные измерения, наблюдение за полярными сияниями, измерение содержания озона и спектральной прозрачности атмосферы, наблюдения за космическими лучами и

медицинские исследования. Именно благодаря метеонаблюдениям станция «Восток» стала всемирно знаменитой, а ее название записано во всех школьных учебниках по географии: 21 июля 1983 года здесь был зарегистрирован абсолютный минимум приземной температуры воздуха на планете, равный $-89,2^{\circ}\text{C}$.



«Привет восточникам от транспортников!»



Столовая на станции Восток

Открытие озера Восток



Легендарный снегоход «Харьковчанка», основное средство передвижения советских полярников в Антарктиде

Обнаружение озера Восток стало одним из крупнейших географических открытий второй половины XX века.

Долгое время даже предполагать, что в Антарктиде могут существовать подледные озера, считалось абсурдным. Только в конце 60-х гг. прошлого века появилась информация о существовании группы озер под ледяным четырехкилометровым покровом Антарктиды. Впервые эту гипотезу в 1961 году высказал Игорь Алексеевич Зотиков – автор теории теплового режима крупных ледников. На основе расчётов он показал, что температура льда в районе антарктической станции Восток может достигать температуры плавления (-2°C) при давлении более 300 атмосфер. Следовательно, талая вода в этом месте в отдельных углублениях может скапливаться в виде озёр.

(Зотиков И. А. Антарктида. Дорога к озеру Восток. 2008)



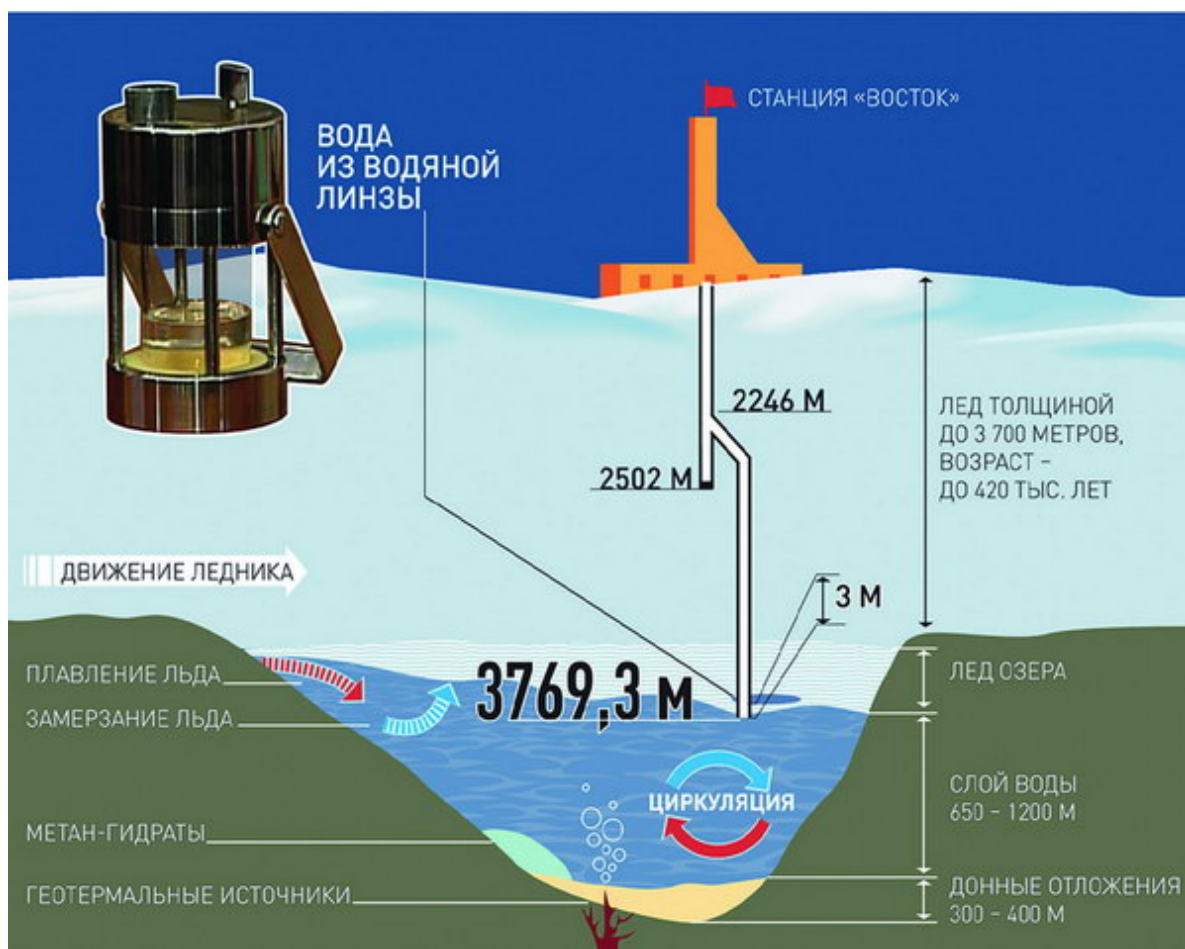
Общий вид станции Восток. Аэрофотосъемка

Еще в 1959 и 1964 годах сейсмические исследования, проведенные молодым Андреем Капицей в Центральной Антарктиде, принесли неожиданные результаты. В районе станции «Восток» сигнал выдавал два пика отражения вместо одного – у отметок 3730 и 4130 м. Из этого можно было сделать вывод, что до глубины 3730 м простирается толща ледника, а на глубине 4130 м начинаются коренные горные породы Антарктиды.

Но что находится между этими двумя отметками? Тогда эти 400 метров неизвестности решили считать менее плотными осадочными породами, нижнюю и

верхнюю границы которых и зафиксировало «эхо» сейсмических волн. Теперь мы знаем уже наверняка, что сейсмические волны «наткнулись» не на осадочные отложения, а на водную толщу, превышающую 400 м.

В 1970-х годах Британский полярный институт имени Р. Скотта выполнил большую программу авиаполетов с зондированием радиоволнами ледников Центральной Антарктиды. На лентах радиозондирования маршруты в некоторых местах пересекали участки, где отражения подо льдом принимали своеобразный характер. Можно было предположить, что именно в этих точках полетные линии пересекали крупные скопления подледниковых вод, которые тогда, в 1970-х годах, и получили название подледных озер.



Озеро Восток в разрезе

Озеро было открыто в 1994 году по сопоставлению данных сейсмического зондирования в районе станции «Восток», авиационного радиолокационного профилирования, которое выполнялось американцами, англичанами и советскими специалистами, а также по изучению данных альтиметрических измерений высоты дневной поверхности ледника, полученных с европейского исследовательского спутника IRS-1.



Андрей Петрович Капица (1931-2011)

Первое сообщение об этом было сделано в 1994 году на открытой научной конференции Научного комитета Антарктических исследований. А. П. Капица выступил с сенсационным докладом, в котором поведал миру о существовании на глубине 3800 метров большого подлёдного озера. В научном мире этот доклад произвел эффект разорвавшейся бомбы. А в 1995 году появилась первая публикация. Непосредственно проектом по исследованию озера Российская Антарктическая экспедиция стала заниматься начиная с сезона 1995-1996 годов и ведет работы по настоящее

время. Озеро было названо Восток – в честь полярной станции, расположенной над ним на ледяном куполе.



Игорь Алексеевич Зотиков (1926-2010), автор гипотезы о существовании подледниковых озер в Антарктиде



Ледяной бюст Алексея Федоровича Трешникова (1914–1991)

Размеры и характеристики озера Восток

Последующие годы исследований и сейсмологических измерений показали, что озеро Восток имеет огромные размеры. Длина озера около 250 км, ширина около 50 км, глубина до 750 м, площадь почти 20 тыс кв. км. Озеро Восток является крупнейшим подледным озером в Антарктиде.

Это незамерзающее озеро толщей льда полностью отрезано от прямых контактов с солнцем, ветрами и с жизнью на поверхности, причем, по некоторым подсчетам, озеро находится в изоляции около 14 миллионов лет. Как показывают результаты термического сканирования поверхности, температура воды в озере весьма высокая – примерно от 10 до 18 градусов по Цельсию, что явно свидетельствует о подземном источнике тепла.

Кроме того, над поверхностью воды находится высокий, в сотни метров куполообразный свод, заполненный каким-то воздухом.



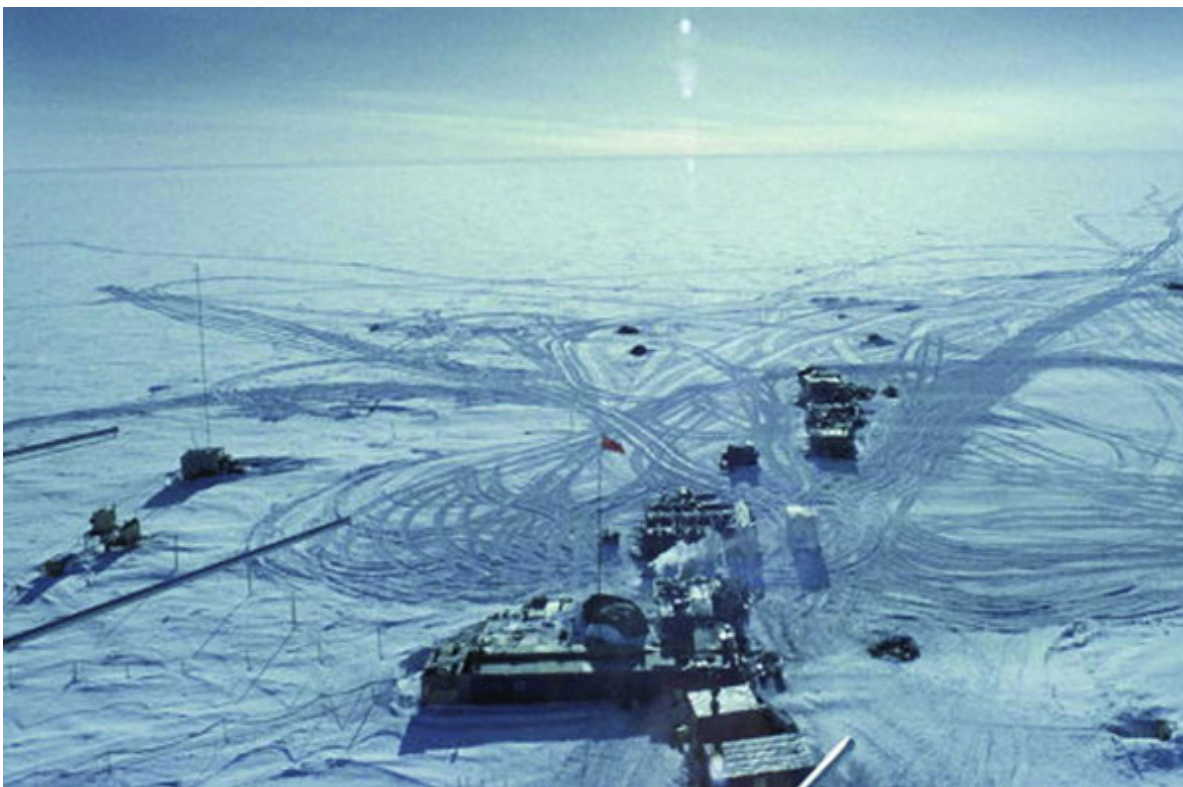
Антарктида и ледниковый покров над ней



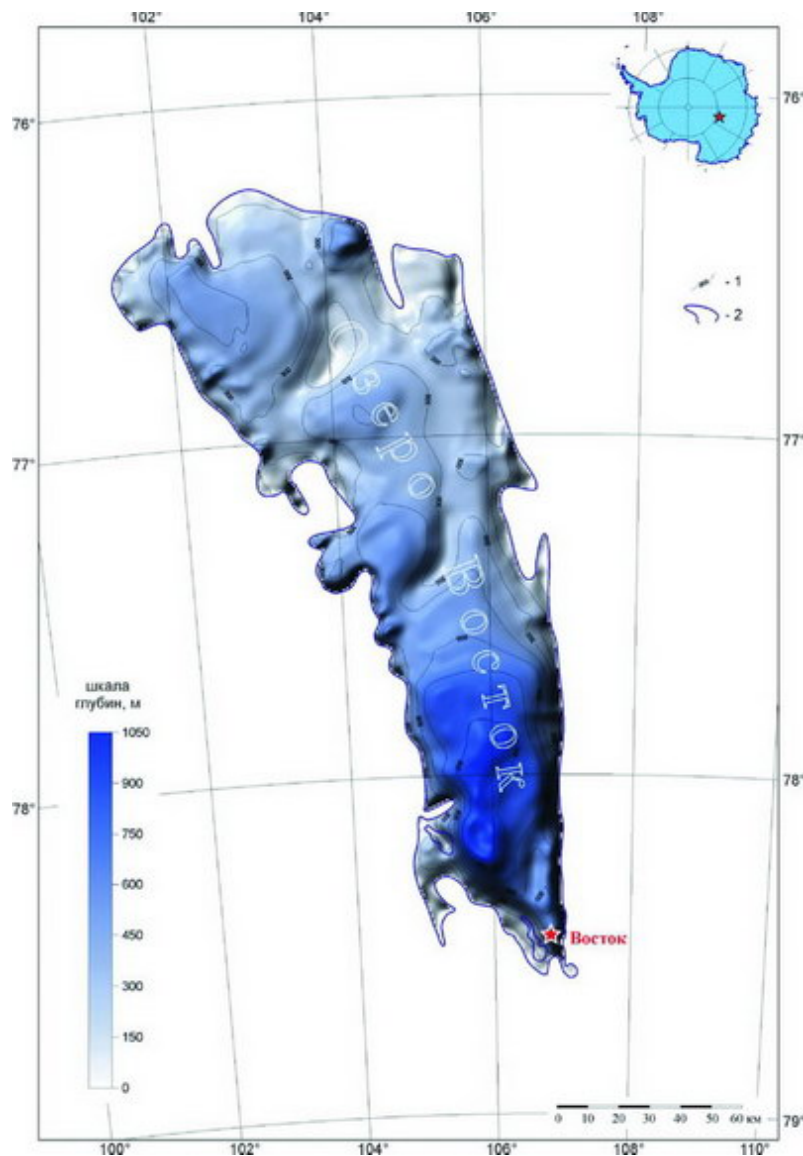
Станция «Восток». Полярная ночь



Груз, доставленный на станцию «Восток» при помощи самолета



Общий вид станции «Восток», съемка со стороны буровой



Озеро Восток. Шкала глубин

Озеро Восток уникально прежде всего тем, что, возможно, находилось в изоляции от земной поверхности на протяжении нескольких миллионов лет. Естественным изолятором озера служил и служит четырёхкилометровый ледяной панцирь над ним. Как полагают учёные, в водах озера могут обитать живые организмы, ибо в нём имеются все необходимые для жизни факторы.

Глубинное бурение как основной метод исследования

Основным методом исследования озера Восток и ледяного купола над ним является глубинное бурение. Первая скважина в районе озера Восток была пробурена еще в 1957 году. Вот что пишет об этом бывший сотрудник Арктического и Антарктического научно-исследовательского института Н. И. Барков: «В 1957 и 1958 г. сотрудниками гляциологических отрядов 2-й и 3-й Советской антарктической экспедиции были пробурены три скважины: в обсерватории Мирный глубиной 69 м, на 7-м километре по дороге к станции Восток глубиной 371 м и на 50-м километре этого пути глубиной 50 м.



Каждый пройденный рубеж отмечался бутылкой шампанского, пробка от которой – с отметкой глубины

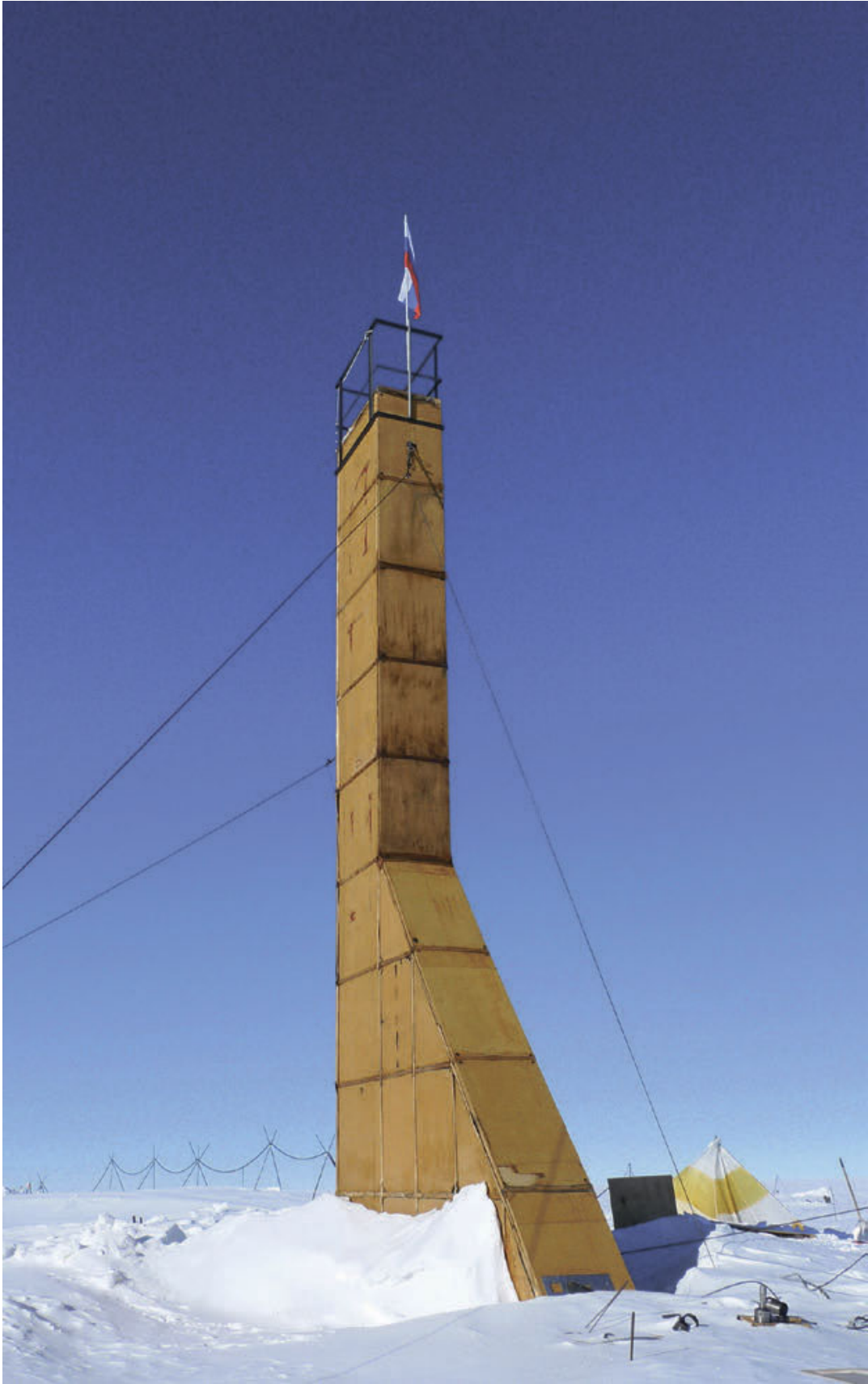
бурения и датой ее достижения – прикреплялась затем к стене



Внутри буровой вышки

Работы вели с помощью тяжёлой буровой установки КАМ-500 методом вращательного бурения с применением буровых труб. Полученный опыт показал, что для Центральной Антарктиды и, в частности, для станции Восток использование стандартного бурового оборудования не позволяет получить желаемых результатов. В связи с этим была рассмотрена возможность теплового способа бурения скважин во льду путём его плавления. Возникла идея создания такого бурового снаряда, с помощью которого талая вода сразу бы удалялась из зоны забоя после её образования и собиралась в резервуаре, расположенном

в том же снаряде. В этом случае забой должен был иметь кольцевую форму, чтобы оставшийся внутри ледяной цилиндр можно было бы извлечь из скважины вместе с собранной порцией талой воды. Для питания, спуска и подъёма бурового снаряда из скважины на поверхность следовало использовать лебёдку с грузонесущим электрическим кабелем.



Буровая вышка на станции Восток

Для реализации предлагаемой идеи были подготовлены эскиз бурового снаряда с обозначением всех основных узлов, схема буровой установки и текст с описанием устройства и принципа его действия. Летом 1959 г. в Комитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР была послана заявка на изобретение. В июне 1960 г., когда я уже полгода прожил на станции Мирный, пришла радиограмма, в которой сообщалось, что Комитет по делам изобретений и открытий выдал на имя Н. И. Баркова авторское свидетельство № 127629 на изобретение под названием “Электробур для бурения скважин во льду” с приоритетом от 10 августа 1959 г. Начальник экспедиции Евгений Сергеевич Короткевич поздравил меня и сказал, что теперь надо думать о том, как реализовать такое бурение и внедрить его в практику экспедиционных научных исследований. <...>

Летом 1969 г. началось формирование 15-й САЭ. Меня назначили начальником гляциобурового отряда. Нам предстояло в 1970 г. во время зимовки на станции Восток с помощью оборудования, опробованного в 50 км от Мирного, начать бурение глубокой скважины. Толщина ледникового покрова под станцией Восток по данным сейсмического и радиолокационного зондирования составляет 3700 м. На такую глубину мы, конечно, замахиваться не могли, но несколько сотен метров пробурить рассчитывали.

Наш отряд состоял из семи человек: буровики Никита Бобин и Геннадий Степанов, геофизик Николай Уваров, электрик Георгий Соловьев (сотрудники ЛГИ), геохимик Альберт Миклишанский (сотрудник Института геохимии АН СССР), гляциолог Виктор Васильев и начальник отряда Нарцисс Барков (сотрудники ААНИИ). На станцию Восток сотрудники отряда прибывали с

конца декабря до середины февраля. В их числе были прикомандированные к отряду В. Фисенко, И. Зеленцов и Ю. Сирота. Они должны были принять участие в строительстве буровой и передать опыт бурения снарядом ТЭЛГА-3».



Санно-тракторный поезд в Антарктиде



Работа буровиков на станции Восток



Памятная фотография по достижении новой рекордной глубины бурения. 2012 год



Штабель кернов с указанием глубин в
кернохранилище на станции «Восток»



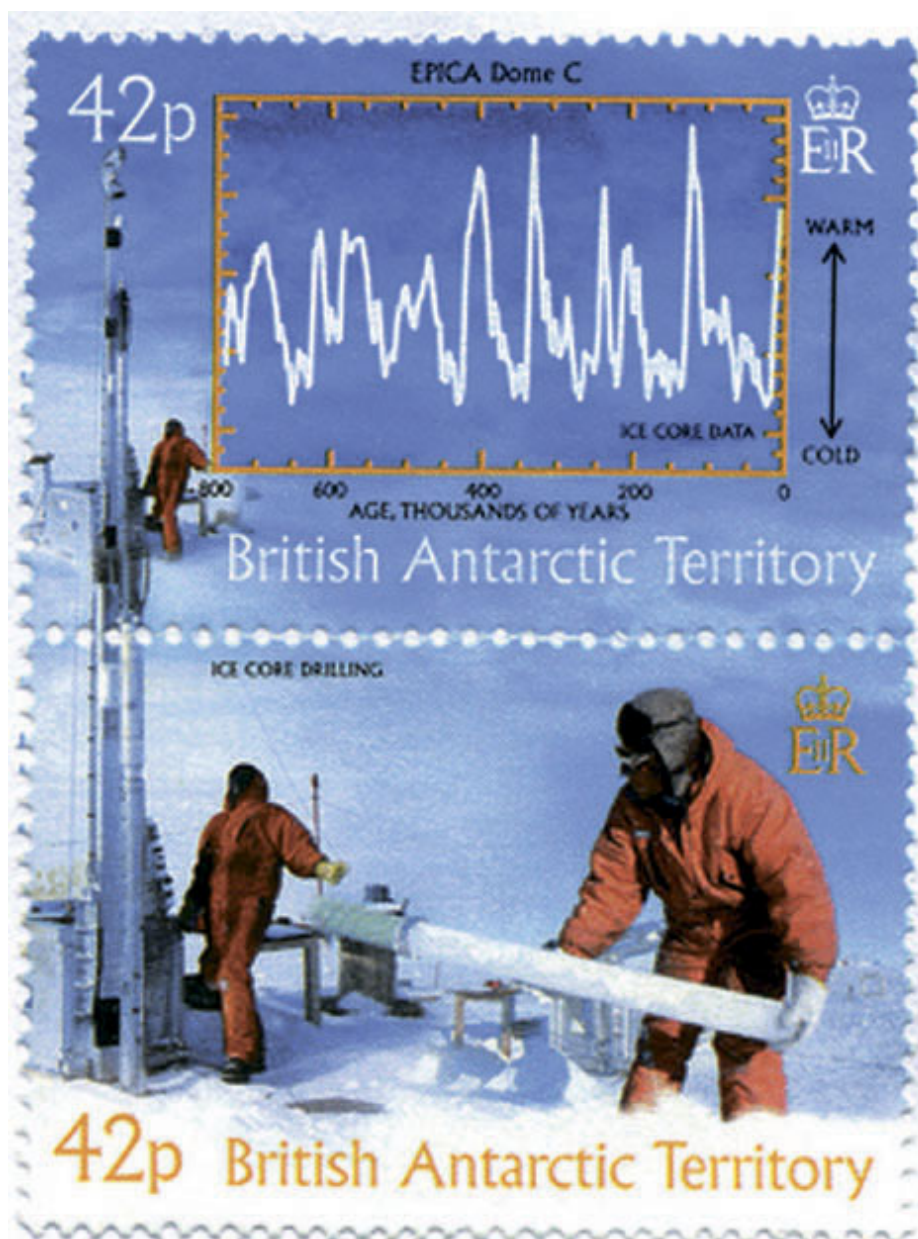
Первичное исследование керна



В кернохранилище

Исследование кернов

Параллельно с буровыми работами советские ученые разрабатывали стратегию систематического анализа ледяных кернов, полученных при бурении ледяного щита над озером.



«В это же время в Институте географии АН СССР по инициативе заведующего отделом гляциологии Владимира Михайловича Котлякова создаётся изотопно-геохимическая лаборатория, оснащённая масс-спектрометром, позволяющим выполнять изотопно-кислородные исследования льда. Первые измерения наших проб, выполненные Феликсом Гордиенко, дали отличные результаты. Кривая на графике содержания ^{18}O (тяжелый изотоп кислорода – Ред.) во льду имела чёткий изгиб, характеризующий изменение климата при переходе от последнего похолодания к потеплению в голоцене. Это внушало уверенность и открывало перспективу дальнейших исследований, создавая тем самым необходимость продолжения нашей программы бурения глубокой скважины.

Позже к исследованиям образцов ледяного керна подключились специалисты из гляциологической лаборатории Гренобльского университета Франции. Осенью 1972 г. во время своего визита в Ленинград руководитель лаборатории доктор Клод Лориус отобрал образцы льда из нашей коллекции. Изотопно-кислородные исследования проб льда дали новые, уточняющие сведения о происходивших изменениях климата на протяжении последних 20 тыс. лет. Так началось наше многолетнее плодотворное сотрудничество.

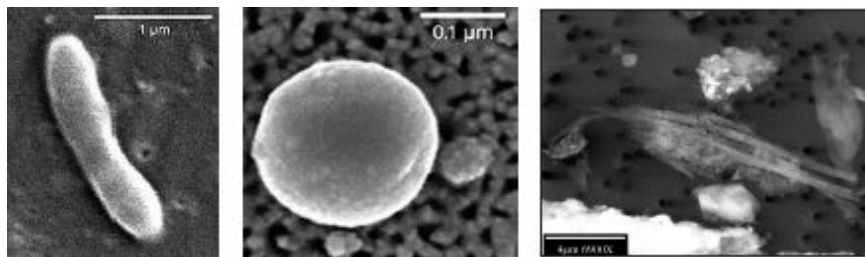
После нас на станции Восток работало много специалистов по бурению, исследованию скважин и ледяного керна. Случались и серьёзные аварии. В таких случаях аварийную скважину бросали, а буровую переносили на другое место или строили новую, но бурение

продолжалось! За 45 лет нашей совместной работы с сотрудниками Ленинградского горного института было разработано и создано более десятка различных конструкций тепловых буровых снарядов, предназначенных для работы как в сухих, так и в залитых незамерзающей жидкостью скважинах. По многим конструкциям сотрудники, ответственные за их разработку, написали и защитили более полутора десятков кандидатских диссертаций, а также несколько докторских. Это была сложная исследовательская работа большого коллектива».

(Барков Н. И. Первая скважина на станции Восток. 2012)

Микробиологическая сенсация?

Лед с глубин 3551 и 3607 м принес удивительные микробиологические данные. Были обнаружены три вида термофильных бактерий, аналоги которых развиваются в гидротермальных источниках активных областей океанов и континентов при температурах 40–60 °С.



Микроорганизмы, обнаруженные в кернах

Найденные бактерии могут обитать в горячих источниках на дне озера, используя для своей жизнедеятельности неорганические соединения – водород, углекислый газ, тиосульфаты. Конечно, это только начальные результаты, но уже из них следуют важные и интересные заключения, позволяющие предположить, что гидротермальная деятельность в озере Восток в основном определяется местной циркуляцией талых вод в земной коре, когда они мигрируют вниз по разломам и трещинам на глубину нескольких километров, а затем возвращаются к поверхности озера, обогащенные неорганическими соединениями, служащими источником питания бактерий.

Мировой рекорд бурения ледовых скважин

В январе 1999 г. отрядом, которым руководил Н. И. Васильев, была достигнута глубина 3623 м. Это был мировой рекорд глубины бурения скважин во льду.

Образцы льда с этой глубины имели возраст около 430 тыс. лет, поэтому предполагается, что озеро было закупорено льдом не менее 500 тыс. лет назад. Однако в этом же году по настоянию Международного Антарктического сообщества бурение было приостановлено приблизительно в 120 метрах от поверхности озера – с тем, чтобы не допустить загрязнения озера керосином, фреоном и проч. Сообщество обратилось к российским исследователям с просьбой приостановить буровые работы до разработки экологически чистой технологии проникновения в это озеро. Уже в 2003 году в петербургском Горном институте была разработана новая экологичная технология, и в 2006 году работы по глубокому бурению были возобновлены. Три года ушло на согласование новой технологии с Международным Антарктическим сообществом.



Валерий Владимирович Лукин, один из крупнейших исследователей Антарктиды, начальник Российской Антарктической экспедиции



Достижение поверхности озера Восток

Буровая проходка к поверхности озера продолжалась более 5 лет.

5 февраля 2012 года на глубине 3769,3 метров, учёные завершили бурение и достигли поверхности подлёдного озера. Сам по себе этот факт можно по праву считать выдающимся научным, техническим и технологическим достижением в исследовании Антарктики. Вот что пишет по этому поводу виднейший советский и российский ученый, академик РАН Владимир Михайлович Котляков:

«5 февраля 2012 г. буровой снаряд достиг поверхности озера и, что очень важно, в него не попала буровая жидкость, поэтому озеро осталось чистым. Технология бурения глубокой скважины во льду, разработанная в Санкт-Петербурге, оказалась чрезвычайно удачной. Она позволила успешно завершить бурение скважины на станции Восток и достичь, наконец, нижней кромки ледника, располагающегося над обширным подлёдным озером. Теперь возникают новые задачи, в решении которых будут участвовать институты Росгидромета и Академии наук: изучить режим этого уникального природного объекта и доказать присутствие или, наоборот, отсутствие в нём органической жизни.

Озеро, очевидно, перенасыщено кислородом, так как над ним тает ледник, который питает его воздухом, содержащимся во льду. А озёрный лёд, который замерзает медленно, газов не

содержит, поэтому кислород накапливается в озере. Согласно расчётам, в оз. Восток может быть растворено до 0,7–1,3 грамма кислорода на литр воды, а известные нам бактерии не могут существовать в таких условиях. Кроме того, давление в озере может достигать 400 атмосфер, здесь почти нет органических веществ, а свет в озеро не проникает, т. е. фотосинтез невозможен. Поэтому организмы здесь могут существовать только за счёт хемосинтеза. Жизнь в озере возможна также на дне, в осадочных породах, где кислорода нет, так как он расходуется на процессы окисления в минеральном субстрате. Кроме того, на дне озера могут быть горячие источники, создающие среду для органической жизни.

Таким образом, в связи с проникновением в озеро перед учёными открываются новые горизонты. Впереди нас, безусловно, ждут важные открытия, так как любой результат из возможных двух – в озере есть органическая жизнь или, наоборот, она отсутствует – станет открытием глобального значения. Ведь до сих пор на Земле нет ни одного места, где бы ни присутствовала органическая жизнь».

(Котляков В. М. К истории международного проекта бурения глубокой ледниковой скважины на станции Восток. Журнал «Лёд и Снег», 2012, № 4 (120))





Первый керн озерного льда

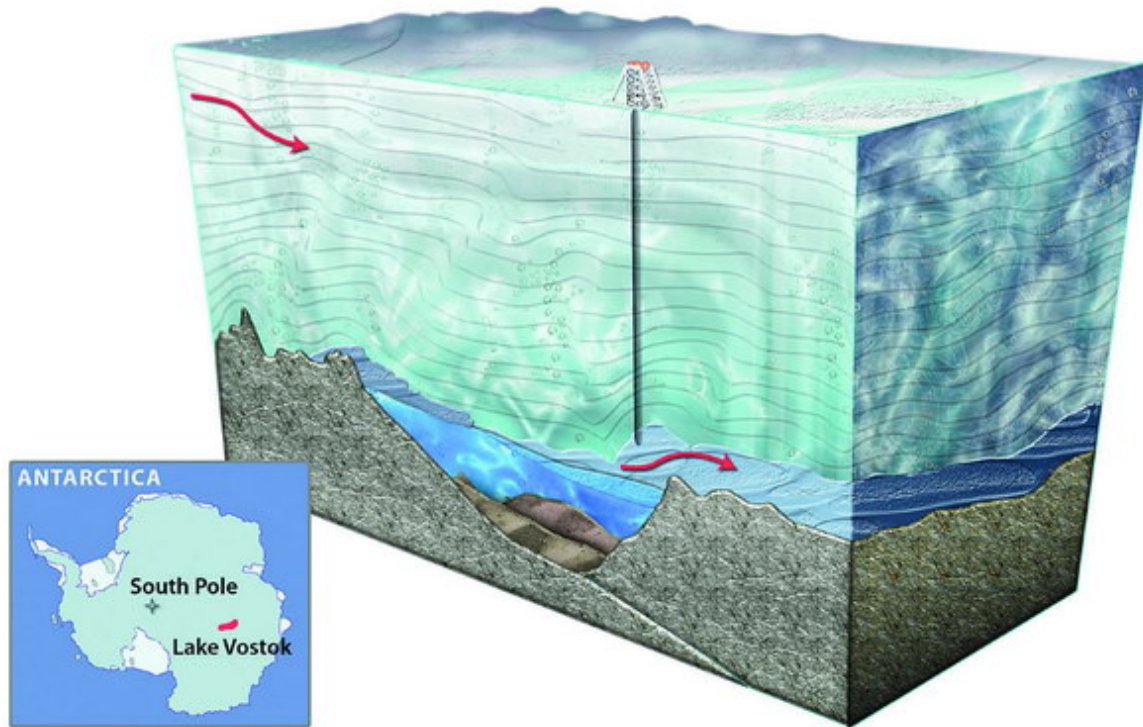
10 января 2013 года был получен первый керн из прозрачного озерного льда длиной 2 метра. Увы, сенсации не произошло. В привезенных из Антарктиды в Москву ледяных кернах, которые были извлечены из озера, никаких микроорганизмов ученые вообще не обнаружили. И сразу же раздались голоса скептиков: озеро стерильно, никакой микроорганической жизни там нет вообще.

Однако 11 марта 2013 года по каналам РИА-Новости прошла следующая информация: «Арктический и Антарктический НИИ Росгидромета (ААНИИ) выпустил заявление, в котором говорится об обнаружении нового типа бактерий в подлёдниковом озере Восток в Антарктиде, которое в течение миллионов лет было изолировано от внешнего мира.

Ранее сотрудник лаборатории генетики эукариот Петербургского института ядерной физики (ПИЯФ) Сергей Булат сообщил РИА Новости, что исследование образцов воды, полученных в мае 2012 года из антарктического озера Восток, позволило выявить вид бактерий, которые не удалось идентифицировать».



НИС «Академик Федоров»



Трехмерная компьютерная модель подледникового озера Восток

«Находка осталась по настоящее время не идентифицированной и не классифицированной и может представлять один живой микроорганизм в водном (поверхностном) слое озера Восток», – говорится в сообщении ААНИИ.

В документе отмечается, что более чистые образцы воды озера Восток, замерзшей в скважине и разбуренной в нынешнем сезоне, будут доставлены в Петербург в мае 2013 года на борту судна «Академик Федоров».

«... [Они] позволят подтвердить данную находку и, возможно, выявить другие неизвестные формы микроорганизмов, приспособленные к экстремальным условиям озера Восток, которое является единственным в своем роде земным аналогом подледных океанов на ледовых спутниках Юпитера (Европа, Ганимед, Калисто) или Сатурна (Энцелад)».

Условия в подлёдном водоёме могут быть близки к условиям на Земле в период позднего протерозоя (750–543 млн лет назад), когда несколько раз происходили глобальные оледенения земной поверхности, продолжавшиеся до 10 млн лет.



Феномен гало в Антарктиде

Перспективы дальнейшего исследования

Предполагается, что опыт исследования озера может быть полезен при исследовании спутников Юпитера и Сатурна, на которых, по некоторым гипотезам, существуют аналогичные образования. Это может стать одним из наиболее многообещающих проектов поиска внеземной жизни.

В фантастической повести Чарльза Стросса «Очень холодная война» часть действия происходит в озере Восток, где обнаружен межпланетный портал и необычные формы жизни.

Дальнейшее исследование озера на всю его глубину при помощи пробоотборников и зондов намечено на 2014-2015 годы, что сулит ученым новые открытия.

«В планах Российской Антарктической экспедиции – продолжение исследований оз. Восток. В последующем предполагается разбурить 600-метровый слой замёрзшей озёрной воды и опустить специально разработанные приборы для взятия проб воды и проведения биофизических исследований. Учёные Петербургского института ядерной физики им. Б. П. Константинова предполагают подсчитать количество живых клеток в озёрной воде и методом полимеразной цепной реакции выделить ДНК, чтобы попытаться определить видовую принадлежность организмов. Исследование изотопного и геохимического состава воды озера и ряд других анализов воды и льда будут выполняться в новой лаборатории,

недавно открытой в Арктическом и Антарктическом научно-исследовательском институте».

(В. М. Котляков. К истории международного проекта бурения глубокой ледниковой скважины на станции Восток. Опубликовано в журнале «Лёд и Снег» · 2012 · № 4 (120)).



Владимир Михайлович Котляков, выдающийся советский и российский гляциолог и географ



Владимир Михайлович Котляков, 1950-е гг.

Список использованной литературы

Барков Н. И. Первая скважина на станции Восток / Лёд и снег, 2012.

Зотиков И. А. Антарктида: дорога к озеру Восток. – М.: Голос-Пресс, 2008.

Котляков В. М. К истории международного проекта бурения глубокой ледниковой скважины на станции Восток / Лёд и Снег, 2012.

Лукин В. В. Интервью / Наука и жизнь, 2006.