

Подледниковое озеро Восток в Антарктиде: последнее географическое открытие XX века

Г.Л. Лейченков

В 1996 г. под 4-х километровой толщей льда в центральной части Антарктиды было открыто гигантское пресноводное озеро. Оно получило название озера Восток – по одноименной российской антарктической станции Восток, расположенной на поверхности льда над южным краем озера. Сенсационная научная статья об обнаружении озера была опубликована в журнале “*Nature*” российским ученым А.П. Капицей с российскими и зарубежными соавторами. Озеро имеет длину около 250 км, ширину 50-80 км и глубину 1200 м. Крупнейшему географическому открытию 20 века предшествовал многолетний этап научных исследований, который сопровождался серией удивительных случайностей, как счастливых, так и неудачных.

После обнаружения подледного озера, начался период детальных геофизических работ, преимущественно выполняемых отечественными специалистами. На поверхности льда были выполнены радиолокационные наблюдения, основанные на свойствах радиосигнала проникать через лед и отражаться от подстилающего его коренного (каменного) основания и от поверхности воды (контакта между льдом и водой). Эти работы позволили детально изучить береговую черту озера, т.е. замкнутую линию внутри которой ледовая толща находится на воде. В результате установлено, что протяженность берега составляет чуть более 1000 км. Кроме этого, проводились сейсмические зондирования с использованием взрывов, генерирующих акустический сигнал. Этот сигнал способен проникать через воду и отражаться от дна озера и расположенных ниже геологических границ. На основании полученных данных была изучена подводная топография озера и выполнена оценка объема воды. Оказалось, что озеро Восток по этому параметру уступает только озеру Байкал и является крупнейшим пресноводным водоемом мира.

Еще до обнаружения озера Восток, в 1990 г., на станции Восток началось бурение очередной (пятой по счету) глубокой ледовой скважины. Основной целью бурения было изучение климата и состава атмосферы геологического прошлого земли, путем анализа воздушных включений во льду. Однако, после 1996 г появилась новая амбициозная задача – достичь поверхности озера, чтобы проанализировать состав воды и, возможно, обнаружить неизвестные микроорганизмы, которые эволюционировали на протяжении длительного времени без контакта с атмосферой, так как озеро было перекрыто льдом не менее 14 миллионов лет. В процессе бурения было установлено, что в основании ледовой толщи атмосферного происхождения на глубине 3540 м залегает слой льда толщиной 200 м, образовавшийся в результате намерзания озерной воды на подошву медленно движущегося (около 3 м/год) ледника (так называемый, конжеляционный лед). Верхняя часть этого слоя, на глубине от 3540 до 3620 м, оказалась насыщена очень мелкими минеральными включениями размером 1–2 мм (иногда чуть более). Включения были захвачены во время образования конжеляционного слоя льда, когда ледник пересекал мелководный прибрежный участок оз. Восток, расположенный в 50 км к западу от скважины, и отражают

состав его донных осадков. После того как ледник переместился в более глубокую часть озера и потерял контакт с дном, на основании ледовой толщи из озерной воды замерзал абсолютно чистый лед.

Минеральные частицы были извлечены из ледовых кернов скважины и детально изучены с применением самых современных технических средств. В результате получена совершенно уникальная информация о геологическом строении мелководного участка озера и прилегающего к нему побережья, откуда минеральные частицы поступали за счет эрозии коренных пород основанием ледника. Определено, что включения преимущественно представляют собой рыхлые агрегаты, состоящие из глинисто-слюдистой основы с вкраплениями мелких обломков минералов и горных пород. Некоторые минералы указывают на наличие подо льдом современной гидротермальной деятельности, подтверждаемой и результатами других исследований. Хорошо сохранившиеся кристаллы аутигенного (т.е. образовавшегося в озере) карбонатного минерала арагонита, обнаруженные в нескольких включениях, свидетельствуют о насыщении воды озера ионами Ca_2 и CO_3 . Очень важная информация получена при изучении обломков горных пород, обнаруженных во включениях. Несколько из них оказались достаточно большими, размером 4-7 мм, и представляют собой сцементированные осадочные породы – песчаники и алевролиты. На основании этого сделан вывод, подкрепленный геофизическими исследованиями, что на западном побережье озера Восток залегает древний осадочный бассейн с возрастом 0.5-1 млрд. лет.

В феврале 2012 г. буровая скважина на станции Восток на глубине 3769 м достигла поверхности подледникового озера. Из-за недокомпенсации давления, создаваемого буровой жидкостью, озерная вода поднялась по скважине, после чего замерзла. После подъема бурового снаряда с последним по глубине керном конжеляционного льда выяснилось, что на его поверхности образовалась тонкая ячеистая корка со сгустками тонкодисперсного материала желтовато-коричневого цвета. Образование этой корки произошло в результате замерзания на поверхности керна озерной воды, поступившей в скважину и заполнившей пространство между керном и колонковой трубой снаряда. Изучение тонкодисперсного материала, показало, что он на 90 % состоит из оксидов металлов и имеют техногенное происхождение. Образование оксидов обусловлено соприкосновением воды с металлической буровой коронкой и быстрым ее окислением, что подтверждает ранее сделанный вывод об очень высоком содержании кислорода в озерной воде (а это является весьма негативным фактором для развития каких либо форм жизни в озере). Оставшиеся 10% частиц представляют собой мелкие минеральные частицы карбоната кальция и кварца. Наличие этих частиц в озере, вероятно, свидетельствует о достаточно интенсивной водной циркуляции вблизи контакта льда и воды, которое обеспечивает их нахождение во взвешенном состоянии.

Отбор жидкой воды пока выполнить не удалось из-за очень сложных условий, возникающих при вскрытии озера буровым снарядом, но такая задача ставится на ближайшие годы. Более того, в настоящее время разрабатываются технологии отбора геологических проб со дна озера, которое находится на глубине 600 м ниже контакта лед-вода. Это чрезвычайно сложная задача, учитывая необходимость обеспечения абсолютной стерильности при проникновении в озеро.