

П. П. Арапов, В. Я. Липенков, Л. М. Саватюгин

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДЛЕДНИКОВОГО ОЗЕРА ВОСТОК В АНТАРКТИДЕ

Сейсмические измерения, проведенные Советской антарктической экспедицией в 1963–1964 гг., радиолокационные зондирования, выполненные британскими учеными в 1974–1975 гг., а также съемки рельефа поверхности ледникового покрова со спутника ERS-1 в 1993 г. привели к открытию огромного подледникового водоема, залегающего под 4-километровой толщей антарктического ледникового щита в районе российской внутриконтинентальной станции Восток. Новый географический объект на карте Антарктиды получил название «озеро Восток».

Начиная с 1999 г. российские исследования этого озера проводятся в рамках Федеральной целевой программы «Мировой океан» (подпрограмма «Изучение и исследование Антарктики») [1].

На первом этапе работ (1999–2002 гг.) изучение подледникового оз. Восток проводилось методами дистанционных геофизических исследований, а также путем анализа ледяного керна, полученного в результате глубокого бурения антарктического ледникового покрова [2].

В настоящее время глубина скважины 5Г на станции Восток составляет 3623 м от поверхности ледника. Она является самой глубокой из всех, когда-либо пробуренных в ледниковых покровах Гренландии и Антарктиды. Бурение было остановлено на расстоянии 130 м от контакта ледника с подледниковым оз. Восток. На глубине 3538 м скважина вошла в слои конгломератного льда, образовавшегося в результате намерзания воды озера на нижнюю поверхность ледника. Возраст ледникового льда атмосферного происхождения на контакте с озерным льдом превышает 2 млн лет, а максимальный возраст озерного льда составляет 20 тыс. лет [3].

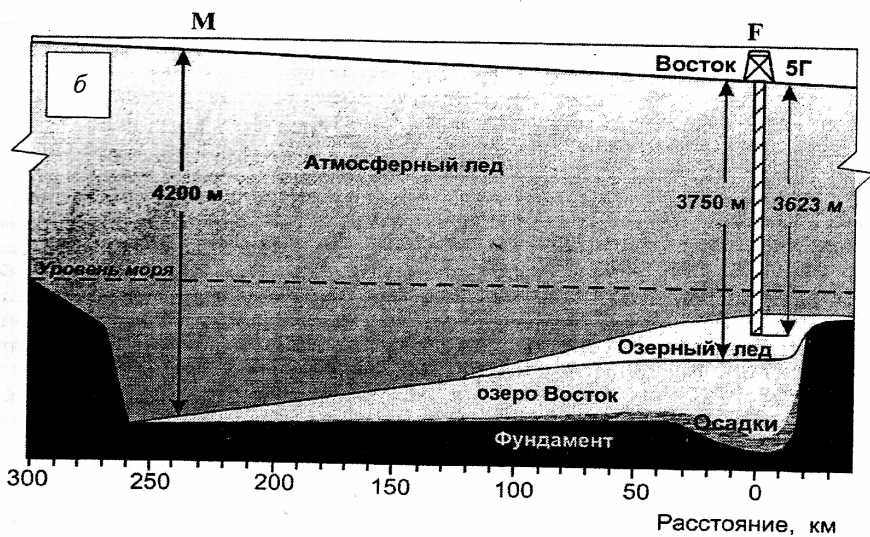
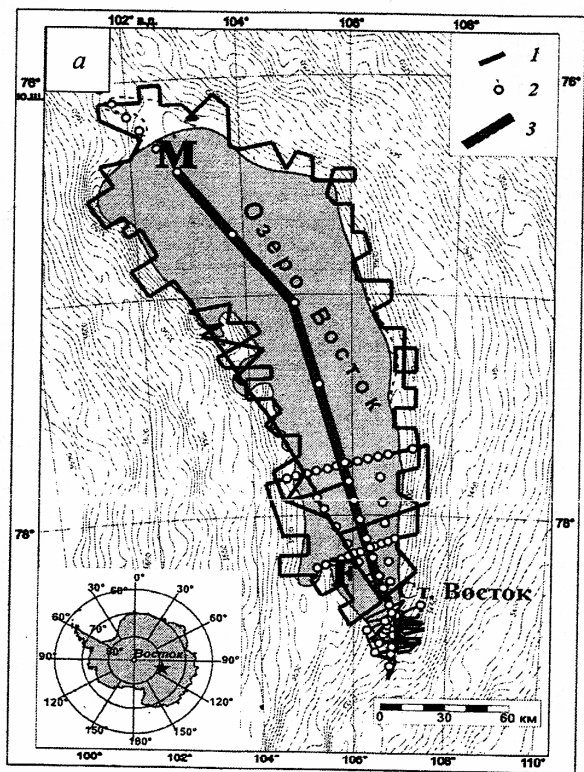
Ненарушенный климатический сигнал в геохимических профилях, полученных по керну станции Восток, прослеживается до глубины 3310 м (возраст льда 420 тыс. лет). Комплексные исследования этого участка керна позволили в деталях реконструировать историю климата Антарктиды и атмосферы Земли на протяжении последних четырех ледниковых периодов и пяти межледниковий. При изучении ледяного керна с глубины 3310–3538 м были получены данные, косвенно подтверждающие древний возраст (15–30 млн лет) подледникового оз. Восток.

Дистанционные геофизические исследования озера осуществлялись методами сейсмического зондирования и радиолокационного профилирования. Общая протяженность наземных геофизических маршрутов составила более 2500 км. В результате этих масштабных полевых операций было завершено картирование границ озера, определена его площадь (15 000 км²), установлены мощности ледникового покрова (2400–4350 м), водного слоя (до 1200 м) и осадочного чехла на дне озера (до 300 м) [4] (рисунок).

В ходе исследований ледяного керна, поднятого с глубины более 3538 м, были получены первые данные о физических, химических и биологических параметрах оз. Восток. В частности, было установлено, что, благодаря таянию придонного льда в северной части озера и намерзанию льда в южной, происходит насыщение подледниковой воды атмосферными газами, которые поступают в озеро через ледник в форме гидрата воздуха. Концентрация растворенного кислорода в воде озера оценивается в пределах 27–1300 мг/л⁻¹, т.е. в 2–90 раз выше, чем O₂ в воде при нормальных условиях. Соленость воды не более 0,1 ‰.

Актуальность исследования оз. Восток, являющегося крупнейшим подледниковым водоемом нашей планеты, связана прежде всего с тем, что оно представляет собой уникальную водную экосистему, изолированную от земной атмосферы и поверхностной биосферы на протяжении многих миллионов лет. Молекулярно-биологические исследования, выполненные методами ПЦР анализа молекул 16S рДНК в образцах керна со станции Восток, показали, что ледниковый лед, озерный лед и, следовательно, сама озерная вода являются чрезвычайно бедными в биологическом отношении средами. Последнее подтверждается также очень низким содержанием во льду органического углерода (0–20 · 10⁻⁹). Несмотря на это, в ходе молекулярно-биологических исследований керна озерного льда все же удалось обнаружить и идентифицировать три вида термофильных бактерий (хемолитоавтотрофов), представляющих истинную биоту подледникового водоема. Один из видов этих бактерий (популяций) был ранее изучен в горячих источниках Японии. Он обитает при температурах выше 40–50 °С в среде, насыщенной водородом и углекислым газом. Два других вида не были найдены в современных базах данных, но филогенетически связаны с бактериями, ассоциированными с гидротермальными условиями. Эти биологические находки указывают на существование современной (0–10 тыс. лет назад) гидротермальной циркуляции в осадках оз. Восток [2].

В перспективе предполагается осуществить прямые геохимические и биологические исследования оз. Восток по пробам воды и донных осадков, отобраным из озера в результате проникновения в него. Первым шагом на пути создания экологически чистой технологии проникновения в подледниковое оз. Восток явился проект ученых ААНИИ и СПбГИ, основанный на использовании уже существующей на станции Восток скважины 5Г [5]. Предложенная технология получила положительное заключение Государственной экологической экспертизы и была запатентована в Российском агентстве по патентам и товарным знакам [6].



Подледниковое оз. Восток в Антарктиде.

a – маршруты геофизических походов в районе подледникового озера Восток: 1 – радиолокационные профили, 2 – пункты сейсмозондирования, 3 – профиль MF; *б* – схематический разрез антарктического ледникового покрова по оси озера М–F (М и F – характерные пункты в северной (зона таяния) и южной (зона намерзания) частях озера).

Результаты, полученные нами на первом этапе работ, открывают захватывающие перспективы новых открытий в области экзобиологии, палеоклимата, истории оледенения и геологии Антарктиды, которые могут быть сделаны в ходе продолжения исследований оз. Восток на втором этапе реализации программы в 2005–2007 гг.

Summary

Arapov P. P., Lipenkov V. Ya., Savatyugin L. M. Researches subglacial lake Vostok in Antarctica.

The history of opening relic subglacial lake Vostok in the Central Antarctica is briefly described. Results of researches of an ice core from a superdeep bore-hole (3623 m), seismic and radar-tracking sounding of a glacial cover in area of lake Vostok are given. The prospect of the following stage of drilling of the largest subglacial a reservoir of our planet is planned. 7

Литература

1. *Саватюгин Л. М., Веркулич С. Р., Масолов В. Н.* и др. Подледниковое озеро Восток (Антарктида): основные результаты геофизических, гляциологических и микробиологических исследований последних лет // Арктика и Антарктика. (М.) 2003. Вып. 2 (36).
2. *Липенков В. Я., Саватюгин Л. М., Лукин В. В.* и др. Результаты исследований подледникового озера Восток в Антарктиде // Труды Междунар. форума по проблемам науки, техники и образования. Т. 3 / Под ред. В. П. Савиных, В. В. Вишневого. М., 2002.
3. *Липенков В. Я., Барков Н. И., Саламатин А. Н.* История климата и оледенения Антарктиды по результатам изучения ледяного керна со станции Восток // Проблемы Арктики и Антарктики. 2000. Вып. 72.
4. *Масолов В. Н., Лукин В. В., Шереметьев А. Н., Попов С. В.* Геофизические исследования подледникового озера Восток в Восточной Антарктиде // Докл. РАН. 2001. Т. 379, № 5.
5. *Веркулич С. Р., Саватюгин Л. М., Васильев Н. И.* и др. Технология экологически безопасного проникновения в подледниковое озеро Восток (Антарктида) // Арктика и Антарктика. (М.) 2003. Вып. 2 (36).
6. Патент РФ № 2182225 от 10 мая 2002 г. / Кудряшов Б. Б., Васильев Н. И., Дмитриев А. Н., Барков Н. И., Веркулич С. Р., Саватюгин Л. М. Термобуровой пробоотборник // Бюл. изобретений. 2002. № 13.

Статья поступила в редакцию 17 декабря 2004 г.