

Вскрытие озера Восток: шаг вперед — два шага назад?

П.Г.Талалай

Открытие вблизи российской антарктической станции Восток гигантского водоема, находящегося под многокилометровой толщей льда и изолированного от атмосферы на протяжении нескольких миллионов лет, многие называют крупнейшим географическим открытием XX в. Как образовалось это подледное озеро — достоверно не известно, но скорее всего оно существовало в рифтовой депрессии задолго до начала оледенения Антарктиды.

Полное отсутствие света, высокое давление, специфический газовый и химический состав воды, продолжительная изолированность — все это предполагает высокую вероятность сохранения в оз.Восток реликтовых форм жизни. Кроме того, здесь возможно развитие иных путей эволюционной адаптации организмов, еще не исследованных и существенно отличающихся от известных современной науке.

Немного предыстории

Изучение подледникового озера Восток стало одним из наиболее приоритетных направлений исследований международного научного сообщества за последнее десятилетие. А в январе 2012 г. журнал «Nature» опубликовал список самых значимых



Павел Григорьевич Талалай, доктор технических наук, неоднократный участник полярных экспедиций в Антарктиду, Гренландию и Российскую Арктику. Область научных интересов — разработка технологии и техники глубокого бурения скважин во льду. В настоящее время директор Полярного научно-исследовательского центра Цзилинского университета (Чанчунь, Китай). Постоянный автор «Природы».

научных событий предстоящего года. В одном ряду с запуском нового марсохода и строительством гигантского радиотелескопа стояло планируемое вскрытие оз.Восток.

В последние годы опубликована целая серия статей и монографий, посвященных происхождению озера, очертанию его берегов, рельефу дна, вероятному химическому составу воды и таксоно-морфологическим особенностям его предполагаемых живых обитателей [1—3 и др.]. Однако все умозаключения авторов построены на дистанционных методах исследований или на результатах анализа керна, полученного из глубокой скважины 5Г-1 и ее ответвления 5Г-2.

Достоверно установлено, что слой льда над озером мощностью примерно 230 м имеет химический состав и структуру, сильно отличающиеся от вышележащего, так называемого рекристаллизационного льда, который формируется путем уплотнения и перекристаллизации снега и фирна. Нижний, примыкающий к воде, слой ледника состоит из конжеляционного льда, образованного при замерзании воды. Как считает большинство ученых, этот слой сформировался за счет намораживания воды к подошве ледникового покрова и, следовательно, может быть изучен как образец подледниковой воды [4]. С другой стороны, имеется достаточно обоснованное мнение, что этот лед представляет собой остатки реликтового льда, перекрывшего озеро еще до формирования антарктического ледникового покрова.

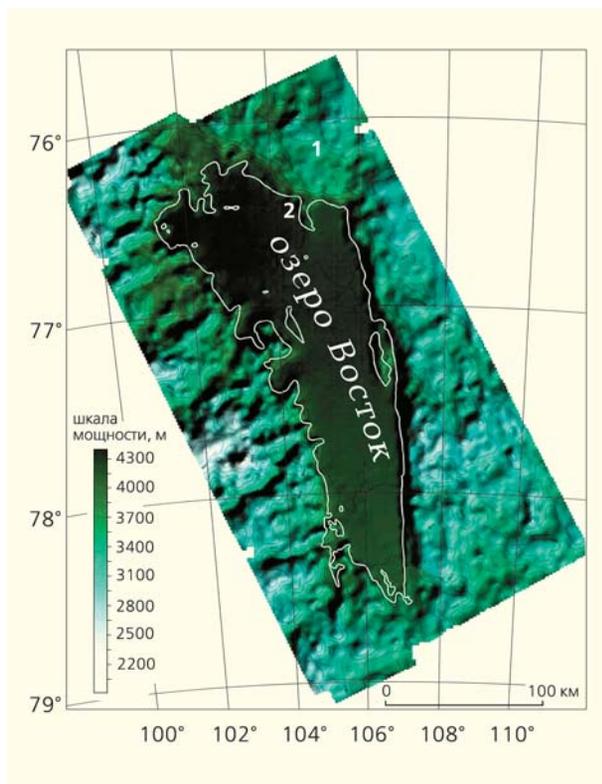
Таким образом, единственный способ разгадать загадку происхождения и однозначно определить биологическую картину уникального озера Восток — это непосредственное проникновение



Станция Восток. Большая часть зданий находится под снегом.

Фото Г.П.Талалая

в озеро и отбор проб воды. Вполне разумно для этого использовать глубокую скважину 5Г, заложенную на станции Восток в феврале 1990 г., за шесть лет до появления первой печатной работы, в которой было доказано существование оз.Восток [5].



Мощность ледникового покрова в районе подледникового озера Восток: 1 — изопахиты ледникового покрова (сечение изолиний 150 м); 2 — береговая линия оз.Восток [2].

Очевидно, что проникновение в озеро может состояться только с использованием экологически чистой технологии бурения, исключающей попадание в водоем современной микрофлоры и обеспечивающей сохранение жизнеспособности реликтовых организмов. Поэтому основной проблемой вскрытия озера через скважину 5Г стали экологические свойства промывочной жидкости, которая при бурении заполняет ствол глубокой скважины [6].

В качестве промывочной жидкости на станции Восток использовалась смесь авиационных топлив различных марок (ТС-1, Jet A-1, JP-8) с утяжелителем — фреоном типа HCFC 141b. Авиационные топлива относятся к классу керосинов, которые в токсикологии оцениваются как особо опасные вещества. В их состав входит 20—22% ароматических углеводородов — наиболее токсичных и быстродействующих органических соединений. Даже при малых концентрациях (более 1 мг/м³) они оказывают отравляющее действие на низшие формы жизни в водоемах и водостоках [7].

В 1998 г. из-за опасности нарушения экологических условий уникальной реликтовой системы озера по инициативе Международного научного комитета по антарктическим исследованиям SCAR (Scientific Council for Antarctic Research) бурение скважины 5Г-1 было остановлено на глубине 3623 м, приблизительно в 150 м от поверхности подледникового озера [8].

В 2002 г. непосредственно из скважины с глубин от 110 до 3600 м были отобраны 10 образцов промывочной жидкости. Их молекулярно-биологическое исследование показало, что на всех горизонтах присутствуют бактерии различного происхождения — как довольно распространенные сфингомонады, так и патогены человека и животных [9]. Следовательно, при контакте

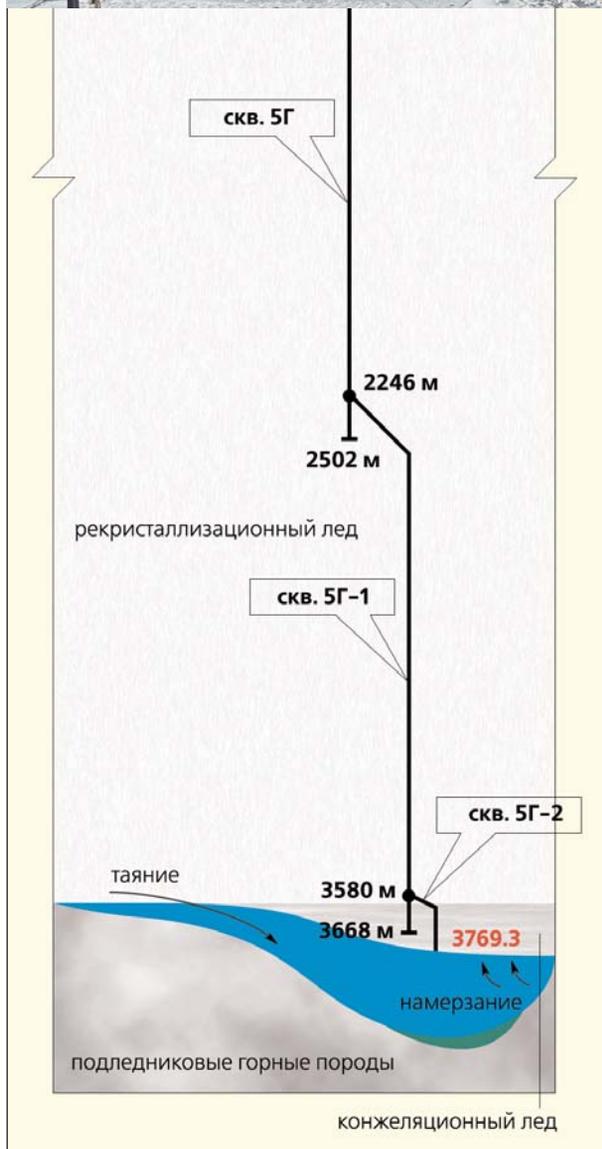


Схема самой глубокой скважины, пробуренной во льду — скважины 5Г (5Г-1, 5Г-2) на станции Восток.



Так начиналось бурение глубокой скважины 5Г (февраль 1990 г.): слева автор статьи, справа — руководитель заключительного этапа бурения Н.И.Васильев.

Фото автора

с озерной водой эта промывочная жидкость могла не только оказать подавляющее действие на жизнеспособность микроорганизмов, находящихся в оз.Восток, но и вызвать попадание в водоем посторонней микрофлоры.

Проект экологически чистого вскрытия озера

Разработка экологически чистой технологии вскрытия и опробования подледникового озера была инициирована Министерством природных ресурсов и Росгидрометом РФ в январе 2000 г. В рамках Федеральной целевой программы «Мировой океан» стартовал специальный междисциплинарный научный проект «Провести исследования подледникового озера Восток».

Для предотвращения попадания промывочной жидкости в подледниковое озеро было решено заполнить призабойную часть скважины экологически безопасной кремнийорганической

жидкостью из класса олигодиметилсилоксановых соединений (например, ПМС-1.5р или ПМС-2.0р), которая создаст буферный промежуточный слой мощностью около 100 м между традиционной промывочной жидкостью и забоем скважины [10, рис. на с.52]. Кремнийорганические жидкости — это гидрофобные, т.е. нерастворимые в воде соединения. Они безвредны для здоровья людей и животных, для них не установлены какие-либо нормативные предельно допустимые концентрации [11]. Перед доставкой кремнийорганической жидкости на забой скважины она должна быть подвергнута термической или лучевой стерилизации для полного исключения попадания в подледниковый водоем посторонних микроорганизмов.

Бурение последних 30 м перед непосредственным выходом в озеро предполагалось провести специально разработанным термобуровым снарядом ТБПО-132 (без его подъема на поверхность), который будет создавать дополнительный буферный слой из талой воды под кремнийорганической жидкостью [12]. Как только пилот-скважина достигнет поверхности озера, специальная система датчиков подаст мгновенный сигнал на поверхность.

Плотность промывочной жидкости должна быть подобрана таким образом, чтобы гидростатическое давление в скважине оказалось меньше озерного на 0.3—0.4 МПа. В этом случае озерная вода поступит в скважину и поднимется по ней вверх на 30—40 м. Если же в расчетах произойдет ошибка и гидростатическое давление столба жидкости в скважине окажется больше давления воды в озере, то водоем все равно останется изолированным: при выходе пилот-скважины в озеро на буровой снаряд будет действовать усилие, прижимающее опорную термобуровую к забою. После этого часть промывочной жидкости откачают, снаряд поднимут на поверхность, и озерная вода поступит в скважину.

Таким образом, термобуровый снаряд будет выполнять функцию клапана, разобцая озеро и скважину в момент выхода пилот-скважины в подледниковый водоем. При любом развитии событий жидкость из скважины не должна попасть в озеро, наоборот — озерная вода должна подняться в скважину. При этом высота подъема воды легко регулируется откачкой или добавлением промывочной жидкости с поверхности.

После поступления озерной воды в скважину все работы предполагалось прекратить до ее замерзания. Далее был запланирован заключительный этап — повторное выбуривание и извлечение на поверхность замерзшей озерной воды колонковым электромеханическим снарядом. На расстоянии 10—15 м от поверхности озера бурение должно быть остановлено, чтобы оставшаяся перемычка обеспечила полную изоляцию ствола скважины от подледникового водоема.

Эта технология бурения получила положительное заключение Государственной экологической экспертизы (Министерство природных ресурсов РФ, приказ №257 от 26.03.2001) и одобрение международного сообщества.

КСДА и КООС

Любой научный проект, который планируется осуществить в Антарктиде, должен пройти проверку экспертным консультативным органом — Комитетом по охране окружающей среды (КООС), который разрабатывает рекомендации для Консультативного совещания по договору об Антарктике (КСДА). Заседания КООС проводятся ежегодно одновременно с КСДА, на них даются конкретные рекомендации для совершенствования методик научных исследований.

В июле 2001 г. разработанная экологически чистая технология отбора проб воды из оз. Восток была впервые представлена международному антарктическому сообществу на XXIV заседании КСДА в Санкт-Петербурге. На следующий год, на XXV заседании КСДА в Варшаве, делегация России вновь выступила с проектом Всесторонней оценки влияния на окружающую среду (ВООС) «Отбор проб воды подледникового озера Восток». Еще через год, в июне 2003 г., проект ВООС, пересмотренный с учетом замечаний и предложений, снова был представлен на XXVI заседании КСДА, проходившем в Мадриде. Но в заключительном отчете заседания было отмечено, что отдельные части проекта все же не соответствуют требованиям Протокола по защите окружающей среды¹, а именно:

- 1) в проекте ВООС недостаточное внимание уделяется уменьшению потенциальной опасности для окружающей среды в результате вскрытия озера;
- 2) предоставленная информация о специальной промывочной жидкости недостаточна для вывода о том, что она экологически безопасна;
- 3) рассмотрение альтернатив предлагаемой деятельности недостаточно и должно включать другие решения;
- 4) в проекте ВООС неадекватно определяются и обсуждаются пробелы в знаниях об условиях на границе лед—вода и о химическом составе озера;
- 5) недостаточно полно рассмотрена опасность случайного разлива промывочной жидкости и потенциальные последствия такого разлива;
- 6) в проекте должны быть подготовлены различные варианты плана действий в чрезвычайных ситуациях для незамедлительного и эффективного реагирования на непредвиденное воздействие в случае, если деятельность будет развиваться не так, как предполагалось.

¹ http://www.aari.nw.ru/docs/press_release/2011/20110114_vostok.pdf

Было вполне очевидно, что наряду с реальной обеспокоенностью возможностью загрязнения оз. Восток существовала и геополитическая борьба за первенство в области изучения подледниковых экосистем. Далее стадия легализации российского проекта проходила в лучших традициях дипломатической работы, когда по существу в проект не вносились никаких технических изменений, но он обрстал новыми подтверждениями экологической чистоты.

Окончательные ответы российской стороны на замечания международного научного сообщества были обобщены спустя семь лет в Рабочем документе №59 «Ответы на замечания по ВООС «Отбор проб воды подледникового озера Восток», который был представлен делегацией России на XXXIII сессии КСДА в Пунта-дель-Эсте (Уругвай) в мае 2010 г. Ниже приводим его содержание с небольшими сокращениями.

1. Буровые работы, выполняемые специалистами из Дании (север Гренландии) и Германии (Земля Королевы Мод в Восточной Антарктиде) с использованием аналогичной по составу промывочной жидкости (смесь керосина и фреона) продемонстрировали возможность ее случайного контакта с подледниковыми водными массами. В результате верхний уровень промывочной жидкости в скважине поднимался на высоту существовавшей некомпенсации давления этой жидкости полному давлению толщи льда над водой. В связи с этим риски потенциальной опасности загрязнения реликтовых вод озера Восток в предлагаемой российской методике сведены к минимуму.

2. Технология проникновения в подледниковое озеро предусматривает внедрение перед непосредственным контактом с водой в нижнюю часть скважины кремнийорганической жидкости. Свойства этой жидкости были подробно изучены и представлены в Санкт-Петербургском горном университете (СПГУ) доктором П.Талааем в докладе «Характеристики поведения в окружающей среде и токсикологические свойства диметилсилоксановых масел». Эти данные неоднократно представлялись на различных международных конференциях, посвященных бурению льда. Кремнийорганические жидкости — это гидрофобные и инертные субстанции, устойчивые к воде, воздуху, кислороду, металлам, дереву, бумаге, пластику. Не существует времен-



Б.Б.Кудряшов (1931—2002), один из создателей отечественной школы горной теплофизики. Многие годы он возглавлял исследования в области глубокого бурения на станции Восток. В память о его заслугах ректор СПГУ В.С.Литвиненко предложил назвать скважину 5Г «Скважина Кудряшова».

ных ограничений для работы с ними в связи с отсутствием доказательств их вредного влияния на человеческий организм. Микробиологическое исследование кремнийорганических жидкостей показало, что бактерии, обитающие в них, не обнаружены в ледяных кернгах Антарктики.

3. В качестве альтернативного решения можно рассматривать технологию быстрого бурения льда FASTDRILL (США). Однако эта технология не может быть применима в условиях станции Восток, так как организация постоянной циркуляции горячей воды (около +90°C) в ледяной скважине возможна лишь при температуре поверхности льда не ниже -35°C. На станции Восток среднегодовая температура составляет -55°C. Для бурения льда при такой его температуре с помощью горячей воды потребуются электростанция мощностью в несколько мегаватт.

4. Отмеченные в 2003 г. пробелы в знаниях об условиях на границе лед—вода и химическом и микробиологическом составе поверхностных вод оз. Восток за прошедшие семь лет практически устранены. Но окончательные ответы будут получены только после осуществления проникновения. Однако уже сейчас очевидно, что лед, образованный из озерной воды, непосредственно контактирует с ее поверхностным слоем. Микробиологические анализы образцов льда из нижней части скважины 5Г-1 показали, что концентрация живых клеток в них предельно мала (до 10 клеток в 1 мл). Это свидетельствует о чрезвычайно низкой биологической активности в поверхностных водах оз. Восток.

5. Данные о структуре льда в интервале 3623—3668 м свидетельствуют о полном отсутствии каких-либо капиллярных каналов в нижних слоях льда, через которые заливочная жидкость могла бы распространиться в нижнем направлении. Этот факт делает несостоятельным предположение о случайном попадании керосиново-фреоновой смеси на поверхность воды озера. Площадь контакта смеси с водой будет ограничена диаметром ледяной скважины (132—137 мм). Промывочная жидкость не смешивается с водой, она гидрофобна, а будучи более легкой, чем вода, она будет всегда находиться на ее поверхности.

6. К непредвиденным обстоятельствам при осуществлении проекта вскрытия озера через ледяную скважину 5Г-2 можно отнести случайное

проникновение в озеро, если толщина ледника окажется менее 3750 м (эта толщина была измерена с помощью радиолокационного и сейсмического методов). В этом случае вода из озера поднимется по скважине вверх на высоту некомпенсации давления столба заливочной жидкости. Других чрезвычайных обстоятельств при выполнении этого проекта типа разлива керосиново-фреоновой смеси, технических ошибок при бурении ледника и т.п. не предвидится.

Таким образом, Россия представила достаточно подробные ответы на все замечания международного антарктического сообщества по проекту проникновения в водный слой подледникового озера Восток. В сезоне 2005/2006 гг. буровые операции были возобновлены, и в последнем антарктическом сезоне 2011/2012 гг. Российская антарктическая экспедиция (РАЭ) приступила к заключительной фазе реализации проекта.

Вскрытие озера: почти детективная история

Все начиналось как обычно. Буровой отряд во главе с заведующим кафедрой бурения скважин СПГУ Н.И.Васильевым прибыл на станцию Восток 28 ноября 2011 г. Более месяца ушло на различные подготовительные работы: был расконсервирован буровой комплекс, налажен буровой снаряд, проведены геофизические измерения в скважине. Скважинная геофизика на данном этапе особенно важна, поскольку измерения диаметра скважины позволили оценить участки сужения ствола, опасные с точки зрения затяжек бурового снаряда и подлежащие предварительному расширению. Кроме того, определение гидростатического давления дало предварительные представления о значении дифференциального давления на забое скважины и о необходимости регулирования плотности промысловой жидкости¹.

После разбуривания ствола скважины и добавления утяжелителя буровые работы на станции Восток возобновились, как и планировалось, 2 января 2012 г. Среднесуточная скорость проходки бурового снаряда составила 1.75 м/сут, и уже 12 января глубина скважины достигла 3737.5 м.

Но 13 января на сайте Арктического и антарктического научно-исследовательского института (ААНИИ) появляется пресс-релиз «На пути к озеру Восток», в котором сообщается об остановке бурения: *В конце суток 12 января буровые операции были приостановлены для проведения необходимых технологических процедур. К ним относятся: измерение температуры и давления в нижней части глубокой скважины, измерение диаметра вновь пробуренного участка скважины по верти-*

*кали, отбор проб заливочной жидкости для определения ее плотности, доставка на необходимые горизонты компонентов заливочной жидкости — керосина и фреона, профилактика бурового оборудования. После завершения этих работ буровые операции будут возобновлены*².

И после этого, в период между 13 января и 8 февраля, не было никакой официальной информации о бурении на Востоке!

Впрочем, 18 января был опубликован пресс-релиз «Визит международной делегации на ст.Восток (Антарктида)», в котором, в частности, говорилось: *18 января станцию Восток по согласованию с Росгидрометом и РАЭ посетила группа иностранных гостей, прилетевшая с франко-итальянской станции Конкордия... Во время посещения гостями буровой на ней выполнялся технологический рейс по расширению сверхглубокой скважины 5Г-2. Гости были свидетелями подъема снаряда с конусной буровой коронкой, предназначенной для разбуривания скважины*³. Хотя эта информация и не имела отношения к бурению, но из нее можно было сделать вывод, что выполняется технологический рейс и, в общем, все идет по плану!

В конце января информационную блокаду станции Восток ужесточили, были прекращены все частные переписки. 1 февраля на сайте «Washington Post» со ссылкой на профессора Университета штата Монтана (США) Д.Приску появляется информация, что бурение остановлено примерно в 40 футах над поверхностью озера. Приску предполагал получить информацию от своих друзей-ученых со станции Восток о том, что они начали спуск на забой скважины термобурового снаряда для финального проникновения, но вместо этого ему пришло короткое сообщение: «No news» («Новостей нет»)⁴.

Весть о том, что со станции Восток пришло столь лаконичное сообщение, моментально разлетелась по Интернету и трансформировалась на десятках зарубежных веб-сайтов в почти криминальные фантазии на тему «Исчезла экспедиция российских ученых в Антарктиде»⁵. Российским официальным лицам пришлось принимать меры, и на нескольких сайтах были опубликованы опровержения. Так, на сайте РИА Новости появилась следующая информация⁶: *Представитель Института Арктики и Антарктики Росгидромета (ААНИИ) опроверг информацию о пропаже российской экспедиции по бурению подледного озера*

² http://www.aari.nw.ru/docs/press_release/2012/Восток_13_01_2012.pdf

³ <http://www.aari.nw.ru/news/text/2012/visit-1.pdf>

⁴ http://www.washingtonpost.com/national/health-science/scientists-close-to-entering-vostok-antarctic-biggest-subglacial-lake/2012/01/27/gIQAbGX0fQ_story.html

⁵ <http://www.foxnews.com/scitech/2012/02/02/russian-scientists-lost-in-frozen-land-lost/>

⁶ <http://eco.ria.ru/danger/20120203/55552368.html>

Восток в Антарктиде, обнародованную некоторыми СМИ со ссылкой на американских ученых... «Российская экспедиция ежедневно, несколько раз в сутки передает метеорологические данные сотрудникам... Ни о каких экстраординарных случаях нам неизвестно, таких звонков не поступало», — сказал «РИА Новости» начальник пресс-службы ААНИИ Сергей Лесенков.

3 февраля, т.е. за 2—3 дня окончания сезонных работ, на том же сайте РИА Новости, со ссылкой на пресс-службу ААНИИ, вдруг появляется информация о том, что после перерыва на необходимые регламентные работы бурение на станции Восток возобновилось! Но если бурение возобновилось за несколько дней до окончания сезона, то за это короткое время буровикам предстояло преодолеть около 30 метров. Ранее же сообщалось о средней скорости проходки бурового снаряда 1.75 м/сутки, и получается, что в более сложных условиях проходка должна была быть в разы больше, чтобы к концу сезона достичь озера.

6 февраля на сайте агентства РИА Новости появилась весть о вскрытии озера: *Российские ученые после более 30 лет бурения проникли в подледниковое озеро Восток в Антарктиде*, — сообщил в понедельник «РИА Новости» источник в научных кругах. — *Вчера на станции Восток в Антарктиде наши ученые на глубине 3768 м завершили бурение и достигли поверхности подледникового озера*, — сказал собеседник агентства².

Эта новость моментально распространилась по веб-сайтам многих как российских, так и зарубежных информационных агентств. Но в то же время почти незаметно на сайте «Русской службы новостей» появилось опровержение факта вскрытия озера: *Российские полярники пока не добрались до воды озера Восток. Как сообщили в Арктическом и Антарктическом НИИ Росгидромета, распространенные ранее сведения о «покорении» уникального водоема не соответствуют действительности. До поверхности остается несколько метров*³.

И только 8 февраля под заголовком «Форточка» в неведомый мир подледникового озера Восток открыта» появилось долгожданное официальное сообщение: *5 февраля в 20.25 по московскому времени на российской внутриконтинентальной антарктической станции Восток было совершено проникновение в реликтовые воды подледникового озера Восток через глубокую ледяную скважину 5Г⁴*.

Если Вы посмотрите сайты зарубежных полярных экспедиций, то сможете в ежедневном или еженедельном режиме следить за всеми подроб-



5 февраля 2012 г. в 20:25 по московскому времени вода подледникового озера Восток начала быстро поступать в скважину. Через 4 с после срабатывания датчиков лебедка заработала на подъем, и спустя 2.5 ч на поверхность был извлечен буровой снаряд, к которому «приклеилась» реликтовая вода оз.Восток.

Фото Н.И.Васильева

ностями работы ученых. Российский же проект, имеющий общемировое значение, в течение 25 дней находился в условиях информационной блокады! Да и факты, относящиеся к процессу бурения и непосредственному вскрытию озера, часто и очевидно противоречат друг другу. А, как известно, если есть доля неправды в малом, то уже сомневаешься в большем...

Наука или политика

В нашей стране научные результаты испокон веков были политическим оружием. Недаром в связи со вскрытием оз.Восток ученые и журналисты вспоминали лунную гонку конца 60-х годов XX в. Тогда выиграла американцы, и Советский Союз свернул программу пилотируемых запусков на Луну. Совсем недавно российская космонавтика опять потерпела неудачу, на этот раз при запуске аппарата «Фобос-Грунт». И вот теперь — достижение, которого так долго ждали не только ученые, но и политики!

Так, за несколько часов до этого выдающегося события (вскрытия озера. — П.Т.) станцию Восток впервые посетили министр природных ресурсов и экологии Российской Федерации Ю.П.Трутнев и руководитель Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды А.В.Фролов⁵, однако они покинули станцию еще до проникновения в озеро. А 10 февраля Трутнев передал премьер-министру РФ В.В.Путину первую пробу доисторической воды

¹ <http://eco.ria.ru/nature/20120203/555642585.html>

² <http://eco.ria.ru/discovery/20120206/558471210.html>

³ <http://rusnovosti.ru/news/186186/>

⁴ http://www.aari.nw.ru/docs/press_release/2012/Озеро_Восток_080212.pdf

⁵ http://www.aari.nw.ru/docs/press_release/2012/Озеро_Восток_080212.pdf



Ю.П.Трутнев передает В.В.Путину колбу с пробой из водяной линзы со словами, что это проба добыта из оз.Восток (<http://www.1tv.ru/news/social/198799>).

из подледного озера Восток в Антарктиде¹. Колбу с металлической крышкой и ручкой и желтоватой жидкостью он привез в небольшом металлическом чемоданчике. На крышке колбы было написано: «Озеро Восток, возраст более миллиона лет, глубина 3769.3 метра, дата 5.12.11, Антарктида». Очевидно, что дата на колбе указана ошибочно. Неясно другое: откуда у министра оказалась вода из озера, если он вместе со своими спутниками улетел с Востока за несколько часов до его вскрытия?

13 февраля начальник РАЭ В.В.Лукин прокомментировал это событие так: *Тот маленький объем воды, переданный ему, — это сувенир. Это символический жест. 4 февраля буровой снаряд соприкоснулся с водной линзой на глубине 3766 м, в буровой комплекс было поднято около 30–40 л воды, которая замерзла в процессе подъема, она была собрана в специальную стерильную лабораторную посуду. Эта вода и была передана Трутневу на станции Восток за несколько часов до момента проникновения*². А Фролов, сопровождавший Трутнева в поездке на станцию Восток, счел нужным еще раз подтвердить, что проникновение в подледниковое озеро действительно состоялось, произошло оно на отметке 3769.3 м и что пробы воды — подлинны³.

Согласитесь, что все-таки стоит отделять науку от политики...

А где же наука?

Главный вопрос, не дающий мне до сих пор покоя: почему оз.Восток вскрывали электромеханическим снарядом с жидкостью, состоящей из керосина и фреона, вместо заявленного проектом термобурового снаряда ТБПО-132 с кремнийорганической жидкостью? Ведь именно на эту технологию, а не на реализованную, было получено положительное заключение Государственной экологической экспертизы и именно эта технология представлялась на международных совещаниях КСДА!

То, что вскрывать озеро будут через скважину, заполненную керосиново-френовой смесью, и обычным электромеханическим снарядом, было заявлено 15 декабря 2011 г. в программной статье Лукина «У порога неизведанного»⁴. Эта статья, по сути, поставила крест на десятилетних усилиях российских ученых и экологов по разработке экологически чистой технологии проникновения в оз.Восток.

Тем не менее уже после вскрытия озера на вопрос, почему не использовалась утвержденная и одобренная технология экологически чистого отбора проб, Лукин отвечает так: *У нас не было времени на использование кремнийорганической заливочной жидкости и для перехода от электромеханического способа бурения к тепловому. Это слишком длительный процесс, а все члены бурового отряда должны были улететь со станции Восток не позднее 6 февраля*⁵.

Как же так? За полтора месяца до вскрытия он пишет, что кремнийорганическая жидкость не будет использована, потому что в ней нет необходимости, а после вскрытия обосновывает это тем, что просто не было времени! А ведь требуемая жидкость даже не была завезена на Восток (точнее, на Восток несколько лет назад была привезена одна бочка с кремнийорганической жидкостью для экспериментов, но не того сорта — она замерзла даже при небольшой отрицательной температуре), а изготовление теплового снаряда, предназначенного для проникновения, не пошло дальше лабораторного прототипа!

Спрашивается, как теперь отчитываться перед мировым научным сообществом? Ведь даже Лукин заранее заявляет, что теперь международное сообщество не примет метод, с помощью которого бурилась скважина, а как следствие, — и результаты исследований⁶. И добавляет: *да, будут такие люди, которые будут критиковать, которые будут возмущаться. Но есть хорошая восточная поговорка: «собака лает, караван идет».*

Но вернемся к науке. В момент вскрытия озера неожиданно произошло **водопроявление** (имен-

¹ <http://www.1tv.ru/news/social/198799>

² http://www.vedomosti.ru/politics/news/1502006/presssluzhba_putina_vydala_suvener_polyarnikov_za

³ <http://www.vesti.ru/doc.html?id=713901>

⁴ http://www.aari.nw.ru/news/text/2011/Lukin_Vostok.pdf

⁵ http://rus.ruvr.ru/2012_02_22/66644190/

⁶ <http://www.interfax-russia.ru/NorthWest/exclusives.asp?id=293034&sec=1680>

но так согласно принятой терминологии в бурении называют самопроизвольный излив промывочной жидкости или пластового флюида через устье скважины), что не было предусмотрено разработанной технологией. Напомню, что авторами предполагалось создание в скважине отрицательного дифференциального давления примерно 0.3–0.4 МПа, что привело бы к подъему озерной воды примерно на 30–40 м. При этом уровень промывочной жидкости в скважине должен был плавно повыситься с 60 до 20–30 м. В реальности произошло вот что: *Менее плотная, чем озерная вода, буровая жидкость, состоящая из смеси керосина и фреона, стала быстро подниматься по стволу скважины. В результате около полутора кубометров этой жидкости вылилось через верхнюю поверхность скважины в специальные поддоны, установленные в буровом комплексе, и затем было откачено в бочки*¹.

Вот тот момент, о котором предупреждал КСДА на заседании в Мадриде: у буровиков должны быть подготовлены планы действий на случай чрезвычайной ситуации! А планов действия, направленных на ликвидацию разлива, не было.

Когда в скважине происходит водопроявление — это ЧП. Каждый подсознательно думает о своей личной безопасности. Для остановки разлива в нефтяных скважинах используются специальные устройства — превенторы. Этих устройств на станции не было, и излив закончился по естественным причинам — из-за того, что озерное давление уравновесилось гидростатическим давлением столба промывочной жидкости. Но если из скважины вылилось, как утверждается, полтора кубометра промывочной жидкости, то озерная вода должна была подняться на высоту 200–220, а не 30–40 м, как предполагалось!

Чтобы снова добраться до озера, потребуется еще как минимум три-четыре года, ведь проходка на этих глубинах мала — всего 50–70 м за один антарктический сезон. Соответственно, план непосредственного отбора проб подледниковой воды отодвигается на несколько лет. Водопроявление скважины также указывает на то, что оценка дифференциального давления была произведена неверно, и говорить о том, что *теоретически предсказанные 11 лет назад результаты были полностью доказаны на практике*², наверное, несколько преждевременно. В дальнейшую работу должны вноситься существенные коррективы, учитывающие аномально высокое давление в озере.

Далее. При повторном выбуривании замерзшей озерной воды, которое планируется провести в следующем сезоне, скважина 5Г-2, имеющая отклонение от вертикали около 6°, очень быстро отойдет от своего первоначального направления.

По такому сценарию развивались события в июле 2003 г. в скважине NGRIP (North Greenland Ice core Project), пробуренной в северной части Гренландии. Подледниковые воды в ней были вскрыты на глубине 3085 м. Вода вытеснила промывочную жидкость, заполняющую скважину, и поднялась на высоту 43 м. Поскольку скважина также имела отклонение от вертикали, при повторном бурении новая ось скважины отошла от основной оси и доля чистого льда в керне неуклонно увеличивалась с глубиной. Керн представлял собой «инь и янь» из бурых образцов подледниковой воды и светлых — ледникового льда [13, рис. на с.36].

Именно так скорее всего произойдет и в скважине на станции Восток: замерзшую воду удастся выбурить только в верхних 10–15 м. Но верхняя часть поднявшейся в скважину воды не представляет для науки никакого практического интереса, так как она перемешана с керосиново-фреоновой смесью! Это доказано исследованиями замерзшей воды, поднятой из скважин NGRIP и на Земле Королевы Мод. Из-за контакта воды с промывочной жидкостью, составленной примерно из тех же компонентов, что и на Востоке, образцы оказались практически непригодными для микробиологических и геохимических исследований [14].

Для прояснения произошедшего на станции Восток события следует также обратить внимание на точное понимание термина «вскрытие подледникового озера». Существуют достаточно веские причины предполагать, что на самом деле от забоя скважины до поверхности озера остается еще несколько метров льда, а озерная вода поднялась в скважину по межзеренным трещинам, образованным и расклинившимся за счет большого перепада давлений в озере и в скважине. Это явление широко известно в геологии и горном деле и называется **гидроразрывом**. Именно так развивались события в Гренландии, где в 2004 г. подледниковая вода поднялась в скважину, когда до ложа оставалось еще около 6 м [13]. В Антарктиде, в глубокой скважине на станции Купол Fuji, в сезоне 2006/2007 гг. при подходе к ложу подледниковая вода стала «просачиваться» в скважину и намерзать на буровой снаряд на глубине 3031 м [15]. После этого пробурить удалось всего 4 м, и бурение пришлось остановить в нескольких метрах до ложа. Так можно ли появление озерной воды в скважине на станции Восток уверенно называть вскрытием, если **непосредственного проникновения** в озеро могло и не быть?

Достижение подледникового водоема на станции Восток — далеко не первый опыт подобного рода в Антарктиде. Впервые подледниковая вода была достигнута в далеком январе 1968 г. на станции Берд [16]. На глубине 2164 м при выходе скважины из ледника был обнаружен слой воды. При выравнивании давлений подледниковая вода

¹ http://www.aari.nw.ru/docs/press_release/2012/Озеро_Восток_080212.pdf

² Там же.



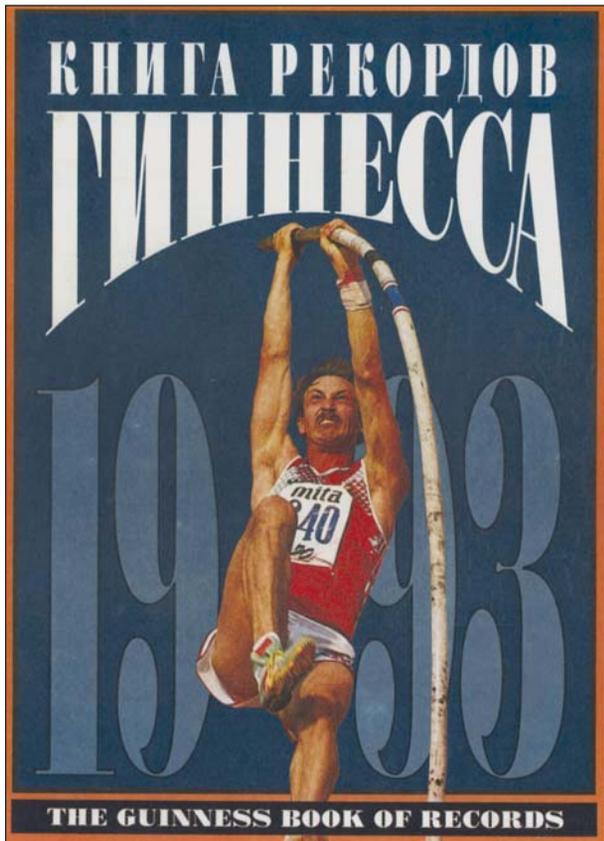
«Ледяная борода» — первый образец подледниковой воды, полученный в Антарктиде (январь 2006 г.) [10]. Он хранится в морозильной камере в Институте полярных и морских исследований им.А.Вегенера (Бремерхафен, Германия).

поднялась на высоту примерно 55 м и, смешавшись с промывочной жидкостью (водным раствором этиленгликоля), образовала в нижней части скважины ледяную шугу, труднопроходимую для бурового снаряда. В следующем сезоне скважина

была разбурена, но при попытке извлечения подледниковых горных пород снаряд оказался прихвачен в скважине. Бурение было остановлено.

Во второй раз подледниковые воды в Антарктиде были вскрыты на базе Конен (Земля Королевы Мод). В летний сезон 2005/2006 гг. при подходе к подледниковому ложу на глубине 2774 м в скважине появилась вода. С помощью специальной желонки для отбора проб на поверхность была поднята «ледяная борода» — по всей видимости, первый образец антарктической подледниковой воды. Вода проникла в скважину, вытеснила промывочную жидкость и поднялась на высоту примерно 170 м.

Первый образец антарктической подледниковой воды хранится в морозильной камере в Институте полярных и морских исследований им.А.Вегенера. Так же, как и гренландская вода, она оказалась заражена промывочной жидкостью. Когда я спросил главного бурового специалиста этого проекта Фрэнка Вильхелмса, собираются ли они выбуривать замерзшую подледниковую воду, он ответил, что, по его мнению, это не имеет смысла, поскольку вода, контактирующая с керосином, не может дать никакой достоверной микробиологической информации.



ПРОИЗВОДСТВО ЭНЕРГИИ

Самый большой размер лопастей • Машина «Дайсондер» в Магдалас-Палладио, построенная в 1718 г., имеет лопастей в 29 м.

Самая высокая и самая высокая ветровая мельница • Де-Норда в Скадрии (Норвегия), высота 33,31 м.

Самые крупные • Самый большой в мире ветровой генератор — это турбина мощностью 3000 кВт и высотой 150 м. Построен компанией «Гросс вилдвер-индустри» в 1982 г. на Фарнландском побережье Западной Гренландии.

10 ноября 1987 г. вступил в строй опытный реактор «Тейла Виллар» в Лигар-Хилл, Великобритания, ветро-электрический СЭУ мощностью 12 кВт. Его высота — 3000 кВт, длина лопастей — 40 м, он провисает на 4 м в наивысшей точке, что достаточное для обеспечения электроэнергией 2 тыс. домов.

20 марта 1984 г. началось сооружение гидроэлектростанции ГЭС MOD-5A на северном побережье острова Оулу, Финляндия. Мощность установки — 14,2 млн кВт, высота — 730 м при диаметре ротора 31,3 км. Диаметр ротора — 122 м.

Продолжилась машина • 12 ноября 1981 г. вблизи южного мыса «Чинг тайд» в Чилино — Великобритания. Высота — 16 м при 7 м. Эта единственная в мире вертикальная машина, которая работает на энергии морского прилива.

СКВАЖИНЫ И ШАХТЫ

В 09:23 октября 1986 г. объявлено о начале пробной скважины в Лубен-Филде, Восточная Антарктида. Ее диаметр — 14 см, стоимость проекта — 380 млн долл.

Позднее бурение • Ревердине вдалеке бурение в северном направлении осуществляли в рамках Американского проекта глубоководного бурения установкой «Соник Чалленджер», которая в 1976 г. пробурила скважину глубиной 1740 м у северного мыса Восточной Антарктиды.

В мае 1978 г. на западном склоне Маринской Антарктиды на глубине 7034 м закончили глубинное бурение.

Бурение льда • Самая глубокая скважина во льду была пробурена во время 30-й Советской антарктической экспедиции в 1963 г. на станции «Восток», Восточная Антарктида. Глубина скважины тогда составила 1202 м. Бурение началось в сентябре 1963 г., когда на глубине 2346 м был поврежден снаряд и оборвана кабель.

Во время 18-й антарктической экспедиции в 1972 г. советскими учеными была пробурена самая глубокая сухая скважина (без использования нефтяных), ее глубина составила 952,5 м.

НЕФТЬ И ГАЗ

Производство нефти • В 1991 г. самым продуктивным в мире нефтегазовым участком был бассейн СССР — 10,26 млн баррелей (1 баррель — 158,986 л) в день. В 1988 г. в СССР добывалось рекордное количество — 12,5 млн баррелей в день. 2-е место принадлежало Саудовской Аравии — 8,2 млн баррелей в день, на 3-м месте США — 7,4 млн. Великобритания же добавляет около 2 млн баррелей.

Нефтяные месторождения • Крупнейшие нефтяные месторождения в мире — Гомельское в Саудовской Аравии, разрабатываемое компанией АРАМКО, площадь 248 км².

Нефтяные платформы • Самая высокая нефтяная платформа — «Бонни» в море Норфолк, Великобритания, и производственная платформа «Стайлс» в Норвегии. Конструкция состоит из 2,8 млрд долл. сталь и имеет высоту — 300 м. Все платформы имеют в Турве проектные несущие колонны 3-го Международного норматива центра в Нью-Йорке 429 тыс. т.

Самые высокие нефтяные установки, расположенные на нефтяной платформе, находятся в Мексиканском заливе, в 160,93 км от побережья штата Луизиана, США. Их высота — 336 м. Платформой владеет компания «Ионик» и «Окспидат петролеум».

Нефтяные фонтаны • Самый высокий неэксплуатируемый нефтяной фонтан находится в скважине номер 3 месторождения Эльбур-бона Кувейт, Ирак. 26 августа 1956 г. Ежедневно он выбрасывает 120 тыс. баррелей нефти на высоту 32 м.

Глубочайшая скважина в Самой глубокой скважине в мире — это скважина CF-3 на Кольском полуострове Мурманской обл., бурение которой началось 26 мая 1987 г. Глубина скважины составляет 219 м. Высота платформы, что по мере углубления скважины достигла 13 тыс. м, достигла высоты 10 тыс. м. Высота скважины составляет 10 тыс. м. Высота скважины составляет 10 тыс. м.

Нефтяные платформы • Самая высокая нефтяная платформа — «Бонни» в море Норфолк, Великобритания, и производственная платформа «Стайлс» в Норвегии. Конструкция состоит из 2,8 млрд долл. сталь и имеет высоту — 300 м. Все платформы имеют в Турве проектные несущие колонны 3-го Международного норматива центра в Нью-Йорке 429 тыс. т.

Самые высокие нефтяные установки, расположенные на нефтяной платформе, находятся в Мексиканском заливе, в 160,93 км от побережья штата Луизиана, США. Их высота — 336 м. Платформой владеет компания «Ионик» и «Окспидат петролеум».

Нефтяные фонтаны • Самый высокий неэксплуатируемый нефтяной фонтан находится в скважине номер 3 месторождения Эльбур-бона Кувейт, Ирак. 26 августа 1956 г. Ежедневно он выбрасывает 120 тыс. баррелей нефти на высоту 32 м.

Эта скважина на скважине-образцы горных пород, пробуренная с глубины 12 000—12 500 м из скважины CF-3 в январе 1984 г. (Фото: Агентство печати «Новости»)

Обложка книги Гиннеса (слева) за 1993 г. На 83 странице книги рядом с глубочайшей скважиной CF-3 на Кольском полуострове отмечены два рекорда Горного института: самая глубокая скважина во льдах (скважина 4Г-2 глубиной 2546 м, 1989 г.) и самая глубокая «сухая» скважина во льдах (скважина 1 глубиной 952,5 м, 1972 г.).

Что можно сказать о реализованном вскрытии оз. Восток? Найти реликтовые формы жизни в повторно выбуренном керне, контактирующем с керосиново-фреоновой смесью, практически нереально. А для нового вскрытия потребуются дополнительные годы на проходку интервала, образцы из которого уже имеются в кернохранилище.

Тем не менее это несомненное достижение: пробурена самая глубокая скважина во льдах, достойная быть внесенной в книгу рекордов Гиннеса, как до этого были отмечены две глубокие скважины, пробуренные горняками на станции Восток в предыдущие годы.

Можно искренне порадоваться за буровиков СПГГУ! Бурение скважины проводилось в совершенно непредсказуемых условиях, и вскрытие оз. Восток можно считать безусловно **высоким техническим достижением**. Прошло почти 42 года с тех пор, как на Востоке, после многих аварий, в апреле 1970 г. была заложена первая скважина, получившая окончательное имя 1-2бис. Кстати, участник тех событий (15-й Советской антарктической экспедиции) Н.Е. Бобин (ныне — профессор) до сих пор учит студентов в СПГГУ. Следует вспомнить имена еще многих и многих горняков: Б.Б. Кудряшова, многие годы курировавшего буровые работы на станции Восток, Г.К. Сте-

панова, сконструировавшего первый электро-механический снаряд, А.М. Шкурко, главного идеолога теплового бурения, А.В. Красилева, талантливого инженера-электронщика. К сожалению, их всех уже нет на свете. Многие выдающиеся буровики-полярники на пенсии — это Б.С. Моисеев, А.А. Земцов, А.Г. Бабий, В.М. Шашкин, а некоторые по-прежнему преподают в Горном — В.К. Чистяков, Э.А. Заривный, А.Н. Дмитриев, Л.К. Горшков, Ю.Д. Мураев.

Долгие годы бурились скважины, происходили аварии, и вот наконец скважина 5Г, заложённая 20 февраля 1990 г., спустя 22 года дошла до дна! Это успех и заслуга всего коллектива буровиков, но прежде всего начальника гляциобурового отряда Николая Ивановича Васильева. Именно его настойчивость (иногда и настырность), голова (а именно такое прозвище — Коля-голова — дали ему еще в студенческие времена) и руки позволили на оборудовании, почти полностью израсходовавшем свой ресурс, добуриться до озера.

Как сказал когда-то один из конструкторов первого атомного ледокола «Ленин», «Риск есть всегда. Без риска даже жениться нельзя». Разумный риск всегда соседствует с великими открытиями. Только его границу провести бывает сложно. С одной стороны этой границы Руал Амундсен, а с другой, к большому сожалению, Роберт Скотт... ■

Литература

1. Липенков В.Я., Истомина В.А., Преображенская А.В. Опыт исследования газового режима подледникового озера Восток // Проблемы Арктики и Антарктики. 2003. Вып.74. С.66—87.
2. Попов С.В., Масолов В.Н., Лукин В.В. Озеро Восток, Восточная Антарктида: мощность ледника, глубина озера, подледный и коренной рельеф // Лед и снег. 2011. №1 (113). С.25—35.
3. Зотиков И.А. Антарктическое подледниковое озеро Восток. Гляциология, биология, планетология. М., 2010.
4. Липенков В.Я., Екайкин А.А., Шибяев Ю.А. и др. Гидрологический режим подледникового озера Восток по данным изучения керна озерного льда // Проблемы Арктики и Антарктики. 2010. Вып.2 (85). С.77—89.
5. Kapitsa A.P., Ridley J.K., de Q. Robin G. et al. A large deep freshwater lake beneath the ice of central East Antarctica // Nature. 1996. V.381. P.684—686.
6. Талалай П.Г., Чистяков В.К. Экологические проблемы бурения в Антарктиде // Российская наука: Грани творчества на грани веков: Сб. науч.-популярн. статей / Под ред. акад. В.П. Скулачева. М., 2000. С.374—382.
7. Яковлев А.М., Литвиненко В.С., Коваленко В.И., Холодок А.Н. Экологизация промывки при бурении скважин: Учеб. пособие. СПб., 1994.
8. Vasiliev N.I., Talalay P.G., Bobin N.E. et al. Deep drilling at Vostok station, Antarctica: history and recent events // Annals of Glaciology. 2007. V.47. P.10—23.
9. Булат С.А., Васильева Л.П., Пети Ж.Р. и др. Молекулярно-биологическое исследование бактериального состава жидкости для бурения из скважины 5Г-1, станция Восток, Антарктида // Труды ААНИИ. 2003. Вып.446. С.88—102.
10. Талалай П.Г. Проникновение в подледниковые озера: планы и реальность // Природа. 2006. №9. С.45—53.
11. Talalay P.G. Dimethyl siloxane oils as an alternative borehole fluid // Annals of Glaciology. 2007. V.47. P.82—88.
12. Verkulich S.R., Kudryashov B.B., Barkov N.I. et al. Proposal for penetration and exploration of sub-glacial Lake Vostok, Antarctica // Mem. of National Inst. of Polar Research. 2002. №56. P.245—252.
13. Талалай П.Г. Первые итоги бурения самой глубокой скважины во льдах Гренландии // Природа. 2005. №11. С.32—39.
14. Bulat S., Alekhina I., Petit J.-R. et al. Bacteria and archaea under Greenland ice sheet: NGRIP 'red' ice issue // Geophysical Research Abstracts. 2005. V.7.
15. Motoyama H. The second deep ice coring project at Dome Fuji, Antarctica // Scientific Drilling. 2007. №5. P.41—43.
16. Ueda H.T. Byrd Station drilling 1966—69 // Annals of Glaciology. 2007. V.47. P.24—27.