

Байкальская климатическая летопись

В последние 2,5 миллиона лет периоды потепления сменялись ледниковыми периодами, климат же между этими крайними точками был подобен современному. В периоды глобального похолодания вода, испарявшаяся из океана, конденсировалась на континентах, образуя гигантские ледяные щиты высотой более 2 км. Лед покрывал Северную Америку и часть Европы вплоть до широты 50–55°N и Северо-Западную Сибирь, по крайней мере, до широты 62°N. Как следствие, уровень океана падал на 100–130 м, обнажая морской шельф, и многие мелкие проливы, существующие в наши дни, на время исчезали...

Сегодня принято считать, что глобальные изменения климата, которые происходили в течение десятков тысяч лет, обусловлены астрономическими причинами, а именно: изменением интенсивности *инсоляции* — солнечной энергии, приходящейся на Северное полушарие. Последнее, в свою очередь, зависит от параметров земной орбиты и направления оси вращения Земли. Наиболее распространенным методом палеоклиматических исследований является изучение осадочных записей. В климатических записях, полученных из океанских осадков, ледовых кернов арктической станции «Восток» и лессово-почвенных разрезов Китая и Сибири, выявлены периодические изменения, период которых совпадает с периодами астрономических циклов (100, 41, 23, 19 тыс. лет).

Реальный механизм, лежащий в основе климатических изменений на временной шкале 10–100 тыс. лет, до конца не известен, но все заслуживающие серьезного внимания модели описывают его как отклик сложной системы океан-атмосфера-суша на изменение граничных условий, осложненное либо сильными обратными связями, либо пороговыми явлениями. При этом прямые точные измерения уровня океана за последние 5–10 лет ставят под сомнение даже достоверность этих

моделей: оказывается, уровень инсоляции отстает от отклика океана, уровень которого начинает повышаться чуть раньше. Тем не менее инсоляция, точнее ее изменение, является одной из важных астрономических составляющих сил, влияющих на климат.

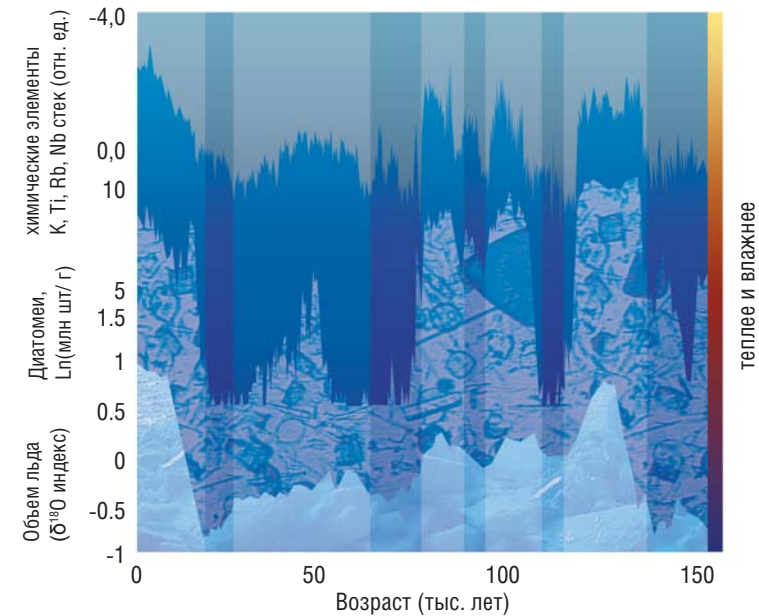
Можно предположить, что снижение глобальных температур во время ледниковых периодов уменьшало интенсивность испарения океанских вод и степень глобальной аридизации климата. Контраст между влажными и засушливыми периодами климата должен быть наиболее резко выражен в континентальной Азии, куда влагу поставляют постоянные западные ветры из Атлантики. К тому же в ледниковые периоды усиливаются скорость и частота глобальных ветров, что подтверждается резким ростом содержания пыли во льдах Гренландии и Антарктики.

Одним из полигонов для исследований механизма климатического отклика с 1990 г. является оз. Байкал. В периоды долговременных и глубоких оледенений в горах, окружающих озеро, образовывались достаточно мощные ледники, что сопровождалось выносом в озеро так называемого «ледникового молока» — частиц разрушенных горных пород. С другой стороны, аридизация климата должна была привести к уменьшению речного притока и, следовательно, к уменьшению количества взвеси, приносимой реками в Байкал. Поскольку частицы речных взвесей и «ледникового молока» должны различаться, химический состав частиц осадка по глубине буровой колонки должен отражать распределение потоков вещества из разных источников. Подобная «запись» климатических изменений может быть использована для исследования климатических циклов в водосборе Байкала.

Впервые такая работа была выполнена в 1997 г. группой сотрудников Лимнологического института СО РАН, которые в Центре коллективного пользования синхротронного излучения Института ядерной физики СО РАН исследовали элементный состав осадков колонки «длиной» около 1 млн лет. Оказалось, что состав действительно периодически меняется, формируя по глубине колонки картину биений с периодами 96, 72, 54, 41, 23 и 19 тыс. лет.

А как и почему может меняться климат на относительно коротких временных шкалах? Этот интерес вызван современным глобальным потеплением, которое уже признано свершившимся фактом. Тем не менее, свидетельства в пользу его антропогенной природы не однозначны, также как и предполагаемые климатические сценарии будущего.

Рассмотрим подобные явления, происходившие в далеком прошлом. Например, при исследовании льдов Гренландии выяснилось, что во время ледникового периода (11–74 тыс. лет назад) температура здесь неоднократно резко возрастала на 10–15°С за период, рав-



Результаты сканирования колонки осадков оз. Байкал длиной более 7 м с разрешением 1 мм (временное разрешение около 20 лет). На верхнем графике показан усредненный профиль кластогенных элементов, на среднем — содержание биогенного кремнезема (створки диатомовых водорослей) в осадках; на нижнем — объем глобальных ледовых щитов



Буровой комплекс в районе подводного Академического хребта (1996 г.)

ный 10–50 годам, т.е. почти в сто раз быстрее, чем при современном потеплении! Относительно теплый период продолжался 400–1000 лет, а затем температура быстро возвращалась к «ледниковому» уровню. За 60 тыс. лет такие события происходили здесь как минимум 19 раз. В последние годы следы данных климатических аномалий были обнаружены во многих частях Северного полушария, причем они были асинхронны подобным событиям, имевшим место в Южном полушарии.

Причины столь быстрых и частых климатических изменений не очень ясны, но, во всяком случае, они не связаны с орбитальными изменениями солнечной инсоляции. В последние годы были найдены



Председатель СО РАН
академик Н. А. Добрецов

Сибирское отделение Академии наук много сделало для того, чтобы сохранить для ныне живущих и будущих поколений Байкал — один из самых известных сибирских природных феноменов. Последним достижением в этой области можно считать запрет на сооружение трубопровода Сибирь—Тихий океан. СО РАН было против этого непродуманного строительства уже на начальной стадии проектирования. И потом, когда проект был фактически утвержден, мы продолжали настаивать на том, что вдоль берега Байкала и вдоль Трансбайкальской трассы, БАМа, строить трубопровод нельзя.

Многие противники проекта ссылались на то, что эта зона сейсмически активна, и землетрясения могут разрушить нефтепровод, в результате чего нефть будет изливаться прямо в чистые воды Байкала: подобное станет губительным для уникальной флоры и фауны озера. Но эта трактовка была неверной: в качестве контраргумента оппоненты выдвигали утверждение,

что «трубы можно сделать настолько прочными, установить такие дополнительные системы защиты, что никакое землетрясение не сможет разорвать нефтепровод». Поэтому ключевые слова здесь другие: оползни и сели, — поскольку зона предполагаемого строительства характеризовалась не только большим числом землетрясений, но и высокой влажностью по причине частых и обильных дождей и снегопадов.

Как следствие, при землетрясениях регулярно происходят оползни, и тогда может обрушиться целый склон горы: вместе со всеми защитными сооружениями, вместе с нефтяной трубой — и в Байкал... Подобное уже случалось на нескольких участках БАМа, где пришлось строить новые мосты. Не меньшую опасность представляют собой и сели — грозные грязекаменные потоки, образующиеся при бурном таянии снега или во время сильных дождей. И это касается не только Байкала, но и всей сейсмичной зоны вдоль БАМа, где планировалось построить нефтепровод.

В конце концов, наши доводы победили — трассу перенесли на 400 км севернее, что в результате принесло нам выигрыш, поскольку месторождения стали располагаться ближе к нефтепроводу. Это один из немногих, но показательных случаев, когда власти были вынуждены прислушаться к мнению ученых, несмотря на то что это мнение противоречило интересам крупного бизнеса.

свидетельства в пользу наличия в недавнем прошлом около десятка резких изменений интенсивности меридионального переноса океанских вод (одной из его ветвей является Гольфстрим) и тепла с экватора в высокие широты Северной Атлантики, которые сопровождались короткими внезапными изменениями (потеплениями — похолоданиями) климата в Гренландии.

Возможно, если удастся доказать глобальность подобных резких климатических событий в прошлом, уникальность современного потепления будет поставлена под сомнение. Но для этого нужно иметь подробные данные по палеоклимату для всех регионов мира, среди которых Сибирь является, пожалуй, наименее исследованной. Чтобы восполнить данный пробел, мы провели элементный анализ осадочных записей Байкала, но уже

с более высоким разрешением — 1 мм, т. е. около 20 лет. Это стало возможным благодаря созданию специальной сканирующей приставки к станции элементного анализа Центра синхротронного излучения, в результате чего были получены уникальные элементные записи из десятков тысяч горизонтов колонки, свидетельствующие о ходе климатических изменений в Сибирском регионе. Подобное удалось осуществить благодаря кооперации ученых разных специальностей — одному из основополагающих принципов Сибирского отделения.

К. ф. -м. н. Е. Л. Гольдберг (Лимнологический институт СО РАН, Иркутский научный центр)



В Байкале обитает множество эндемичных экзотических видов коттоидных рыб, более известных как бычки-подкаменщики. Фото М. Файерабенда