

В зеркале черного льда

18.03.2011

Елизавета ПОНАРИНА

[Поиск](#)

Москва

1, 10, 11

"10-11"

Международный поиск предвестников намного дешевле, чем ликвидация последствий землетрясений

Ученые СО РАН доказали, что лед Байкала - природная лаборатория по изучению деформаций в литосфере. Многолетние исследования это подтвердили. Самое время сделать на озере Международный полигон по обнаружению предвестников землетрясений.

Подо мной Байкал . До дна больше 1400 метров. Я стою на пленке льда, мизерной - 90 см - по сравнению с глубиной озера . Лед черный, словно полированный паркет. Нет, сам он абсолютно прозрачен, цвет придает толща воды под ним.

- Сейчас пурга будет, поземка пошла, - говорит уроженец Слюдянки, а ныне директор НИИ высоких напряжений Национального исследовательского Томского политехнического университета Владимир Лопатин. И тут кто-то шутливо добавляет: "Он мечтает, чтобы култук сдул снег, а то лед местами, как под шубой".

Баргузин, култук и сарма - байкальские ветры, названия которых все не упоминают. Какой задул, не знаю, но через четверть часа пространство вокруг растаяло. С шести сторон стало бело. Наискосок низко к земле сквозь эту пелену проглядывало блюдце светлой меди - солнце. Пора было возвращаться. Евгений Матвеев, водитель из Томского научного центра СО РАН, насмешливо спрашивает: "Куда поедем? Определить направление не могу". Мы как в центре белого шара. Посмеиваясь, он трогает машину с места, напряженно вглядываясь вперед, крутит руль. Ну не колею же высматривает?! "И ее тоже, - улавливая немой вопрос, объясняет Евгений, - ехать по торосам муторно". Я увидела торосы на следующее утро, когда их льдины сверкали кинжалами на каждом метре. Но довольно пейзажей. Пора про дело.

Близнецы-братья?

Несколько лет назад академик РАН Николай Добрецов предположил, что существует сходство между поведением льда Байкала и литосферы Земли. Структура их плит подобна: сверху они твердые и хрупкие, а снизу - вязкие. Ледовый покров "покоится" на воде, а земная кора - на жидкой магме. И ведут себя похоже, подчиняясь одним и тем же закономерностям: деформируются, формируют трещины, фрагментируются, а ледовые удары можно рассматривать как аналоги землетрясений. Как исследовать эти эффекты и понять, есть ли реальная общность? Эта задача требует междисциплинарных исследований.

Так возник проект, главной задачей которого является комплексное изучение ледового покрова Байкала с целью моделирования тектонических деформаций, что позволит получить новые фундаментальные знания о поведении сложных систем, динамике и

кинематике процессов в плитных средах. Практика выполнения интеграционных и междисциплинарных проектов уже много лет существует в Сибирском отделении РАН. Такие проекты должны быть строго обоснованы и пройти конкурсный отбор. Чтобы проверить гипотезу академика Добрецова, объединились ученые шести институтов СО РАН - двух новосибирских (Институт нефтегазовой геологии и геофизики и Институт геологии и минералогии), двух иркутских (Лимнологический институт и Институт земной коры) и двух томских (Институт оптики атмосферы и Институт физики прочности и материаловедения). Возглавить проект Н.Добрецов предложил Сергею Псахье, директору Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения РАН, председателю Президиума Томского научного центра. Конечно, как это и принято в науке, начали со сбора имеющихся данных: что вообще сегодня известно о льдах уникального рифтового озера ?

В Лимнологическом институте (ЛИН), история которого началась в двадцатых годах прошлого века с небольшой -гидрометеорологической станции в поселке Листвянка на берегу Байкала , проанализировали все достоверные сведения на эту тему.

- Основной вклад в исследования ледового режима озера сделан Владимиром Михайловичем Сокольниковым. По записям в журналах таможенного пункта на Рогатке (исток Ангары) он восстановил даты ледовых явлений в Лиственичном заливе, а по публикациям в иркутской прессе - информацию о ледоставе Ангары начиная с 1720 года, - говорит глава лаборатории гидрологии и гидрофизики ЛИН Николай Гранин. - Словом, системных данных для выводов о климате маловато. Мы ведем мониторинг озера из года в год и знаем, что тренды изменения климата для Байкала в настоящее время превышают среднемировые. Плюс здесь еще обнаружена внутривековая изменчивость: чередующиеся периоды потепления-похолодания. Они длятся 25-30 лет. Сейчас, согласно этим периодам, на Байкале ... похолодание.

Ой, как с этим тезисом я была согласна после первого дня на льду озера , где наблюдала, как работают иркутяне из ЛИН и томичи - специалисты Института физики прочности и материаловедения СО РАН. Интернет обещал, что днем в Иркутске не ниже минус 3, то есть не особо холодно. Но на ледяном зеркале продуваемого ветрами озера ... Пальцы, державшие фотоаппарат, даже в перчатках костенели. А Дмитрий Крыжевич и Андрей Димаки, стоя на коленях, не надевая рукавиц, устанавливали во льду датчик за датчиком.

Ребята, казалось, вообще не торопились. Сначала придирчиво выбирали точки в радиусе десятков метров вокруг трещины, а иногда чуть ли не по краям ее. Потом ручными бурами высверливали в льдинах цилиндрические лунки глубиной сантиметров 50. Врезались мегаштопором в черный лед, а вынимали из лунки крошево белого снега. Перегородки между лунками сбивали пешней. Датчики, установив, засыпали снежным крошевом, смешанным с ледяной водой, ждали, пока схватится, выравнивали. В лунки покрупнее опускали в клеенчатых сумках аккумуляторы, аккуратные коробки приборов, соединяли все это в систему проводами. В завершение из кузова извлекали чурбак, на него ставили ноутбук, перед ним на колени опускался кто-нибудь из ребят и отлаживал работу этой сложной системы.

И так часов восемь подряд-Смысл действия еще до выезда на точки пояснил Андрей, сообщив, что сегодня они будут устанавливать на льду систему, которая состоит из восьми измерительных и одного базового узла, а каждый узел - это целая система различных датчиков. Обмен данными между приборами и со спутником идет непрерывно (два раза в секунду). На основе этих данных потом построят графики сейсмических и деформационных событий, соотнесут их друг с другом, сравнят с тем, что наблюдалось в

предыдущие годы. Записи ведутся от момента установки приборов до самого конца экспедиции или пока ледовые трещины не разрушат систему. Сопоставляя показания датчиков о перемещениях льдин с показаниями сейсмостанций, можно установить величину напряжения в ледовых массивах, оценить интенсивность их накопления, проанализировать, как идет сброс напряжений после подвижек льда, получить крайне важную информацию о связи сейсмичности и деформаций различного типа. Цель - обнаружить закономерности. Начинали, фактически ничего не зная о поведении зимнего Байкала, теперь многое стало яснее.

Может, и мороз они с годами стали меньше чувствовать? С завистью спросила их руководителя: "Молодая кровь ребят греет или сокровенное знание?" Сергей Псахье охотно откликнулся: "Они и правда молоды. В Томске ведь особый подход к решению проблемы с подбором молодых кадров. В наш институт приходят, большей частью, еще учась на втором-третьем курсе. Какого вуза? Политеха, классического университета, ТУСУР. В команде есть выпускники всех университетов Томска. Что делают? Книжки читают, вливаются в коллектив - слушают, что говорят, смотрят, как что делается, с третьего курса начинают участвовать в проектах, часто их переводят на индивидуальный учебный план. Если есть хорошее базовое образование, то можно заниматься разным. Ребята стараются глубоко разбираться во всем. Разница в семь-восемь лет для нашей лаборатории часто означает лаг между кандидатской и докторской диссертациями. В разное время ребята были стипендиатами Президента РФ, получали гранты CRDF, премии Президиума РАН, Сибирского отделения, Томской области..."

Как на подбор

- Вот, Евгений Шилько. - Сергей Псахье повернулся в сторону парня, устанавливающего во льду сложную конструкцию датчиков. - Кандидатскую диссертацию защитил на втором году аспирантуры, в 31 год стал доктором наук. Мог и раньше, но он очень обстоятельный, надежный. Безусловно, лидер. За собой не зовет, но все ждут, что скажет. Много публикаций, известный в мире специалист в области дискретного моделирования различных процессов.

Ему помогает Сергей Астафуров. Он тоже защитился на втором году аспирантуры, сейчас ему 27 лет. Если смотреть на докторскую диссертацию, как на набор статей, то у Сергея их, скорее всего, достаточно уже сегодня, но торопиться не следует - нужно еще "подрасти". Очень работоспособный, склонный к технике человек. Если во что-то не верит, его трудно переубедить. Думаю, у него хорошее научное будущее.

Дмитрий Крыжевич недавно защитил кандидатскую диссертацию, тоже, как все, в срок. Имеет хорошие публикации в самых авторитетных журналах. Склад мышления - нетрадиционный, часто предлагает совершенно необычные решения. Работа, которую с ним ведем, в частности, связана с предсказанием нового типа дефекта в кристаллической решетке. Это локальное структурное превращение, на которое много лет назад впервые было указано в работах академика Виктора Евгеньевича Панина. Моего учителя, кстати. Мы называли это превращение "протодефект", поскольку доказали, что он может формировать дефекты более высокого уровня. Дима, кстати, тоже не будет соглашаться, если нет внутренней уверенности. Потому он так тщательно и настраивает датчики: какой бы ни был холод, пурга, пока все не сделает как следует, не уйдет.

У нас два таких "аккуратиста"

- он и Андрей Димаки. Уникальные приборы для исследований ледового покрова Байкала разработаны Андреем. Когда он к нам пришел, ему дали задание на месяц. Требовалось написать достаточно сложный модуль программы. Через три дня ребята смеются и спрашивают меня: "Что со студентом делать будем?" Он, оказывается, уже все сделал. У него есть какая-то внутренняя структурированность. Андрей, кстати, не "чистый" физик, окончил ТУСУР, но глубоко знает и понимает физику. Вот ему и Евгению Шилько можно поручить задачу из новой области, они быстро разберутся и потом системно изложат. Отчеты у нас в лаборатории состоят из трех разделов: что получил, что думаю и что на эту тему говорят другие. Схему заимствовали из воспоминаний советского летчика-испытателя Марка Галлая, где он рассказывал о партизанском разведчике, который разделял информацию на три строго разграниченные части: "видел", "думаю" и "хлопцы говорят". Так и у нас.

- 14 как экспедиция на Байкал сочетается с их основной работой?

- Напрямую. У нас лаборатория компьютерного конструирования материалов. То есть мы моделируем поведение материалов и гетерогенных сред в различных внешних полях. Считаю, что наши подходы позволят моделировать и особенности поведения земной коры. Но для этого нужно много знать о закономерностях ее деформации. Изучение ледового покрова Байкала тоже дает полезную информацию. Слышите, лед трещит? Бывают дни, когда просто гул стоит. Как и земная кора, лед имеет блочную структуру, то есть всегда делится на фрагменты. Обе системы - и ледовое покрытие Байкала, и земная кора - находятся в стесненных условиях. Это проявляется схождением плит, их расхождением, поворотом, подсевом одних под другие... Наши работы показали общность ряда деформационных механизмов земной коры и ледового покрова Байкала. Это очень важно, ведь чтобы разобраться, почему, что и как происходит в плитных средах, нужна обширная многовековая статистика, а ее в планетарном масштабе не скоро накопишь. Значит, нужна модельная среда, и лед Байкала, по нашим данным, может играть эту роль. На Байкале деформационные процессы и сейсмические события происходят буквально на глазах...

Тут что-то грохнуло. Повернувшись, я увидела, как вздыбилась бахрома торосов вдоль трещины, как местами выступила вода. Все заговорили, сходясь к месту подсова плит: "Четверть часа, как установили тросовые датчики. Вовремя успели. Давайте посмотрим, насколько сошлись плиты". Оказалось, разом на 32 сантиметра. "Такое не каждому удастся увидеть!" - обрадовался за меня Сергей Григорьевич. А я поежилась: с прогнозом-то получается плоховато. По землетрясениям максимум дальнесрочный - лет этак на 20 вперед - в форме "будет рано или поздно". По черному льду, похоже, до ясности тоже далеко.

Озеро загадок

После ужина народ собрался на семинар: поделиться тем, что "видел", что "думаю", послушать, что "хлопцы говорят". Пришли и мэтры, среди которых были директор НИИ высоких напряжений НИ ТПУ Владимир Лопатин и известный борец за судьбу Байкала доктор наук Валерий Ружич из Института земной коры СО РАН. В свое время, при обсуждении проекта прокладки нефтяного трубопровода по берегу Байкала, именно он напомнил о серьезной опасности оползней и их последствиях. Тогда предостережение, к счастью, было услышано.

Первым слово взял Н.Гранин, который работает на Байкале с начала 1970-х годов. Как говорят о нем коллеги, он знает озеро "вдоль, поперек и вглубь". Снимки, сделанные во

время погружений на подводном аппарате "Мир", удивили всех. Говорил Николай Григорьевич о газогидратах, при разрушении которых образуется газ, чьи следы во льду мы сегодня наблюдали в районе мыса Кадильный в виде белых "пузырей". Но он показывал не пузыри, а опять же... лед. Только чистый, голубовато-белый, залегающий пластиной толщиной с ладонь. Оказалось, так выглядят залежи газогидратов в донных отложениях Байкала. Когда попытались зацепить их манипуляторами и поднять на поверхность, на глубине меньше 380 метров "лед" при снижении давления вскипел, распался на метан и воду. Большое количество газа при подъеме может всплеснуться в воде факелом на сотни метров вверх - лимнологи видели такие факелы на эхолотах.

- Газогидраты, - рассказывал Н.Гранин, - предмет внимания многих стран, у которых нет своей нефти или газа. По оценкам специалистов, запасы углеводорода в газогидратах в несколько раз выше тех, что содержатся во всех нефтегазовых месторождениях планеты. Впечатляет? Вот и живших по берегу Байкала людей газогидраты тоже впечатляли: никак не могли они взять в толк, отчего вдруг случается на Байкале замор рыбы. Кислородом это озеро, как никакое другое, богато, а временами на поверхность вод тучей всплывала дохлая голомянка. Эта рыба, известная тем, что сквозь нее газету можно читать, жирная до прозрачности, - не предмет забот рыбаков. В сети живой не попадает, ибо, как выяснили лимнологи, когда появилась техника, водится она на глубине более 300 метров. Но когда именно здесь происходит выброс метана, мертвая рыба вместе с газом оказывается на поверхности озера. Ученые нанесли на карту Байкала больше дюжины мест, где газовые гидраты залегают в поверхностном слое донных отложений и наблюдаются выходы газов. К тому же в отличие от нефти эти ресурсы - возобновляемые. Другой разговор, что пока нет рентабельной технологии их добычи и переработки. Однако специалисты думают...

Возможно, что и байкальские "кольца", взбудоражившие народ года три назад, и поля колобовниковых льдов тоже связаны своим происхождением с газогидратами.

- Кольца появляются прямо перед самым разрушением ледового покрова, - рассказывал Н.Гранин. - И у нас есть предположение, что их первопричина - всплывание газовых гидратов без образования мощных факелов. Всплывая, газогидраты начинают вскипать, разлагаясь на газ и воду. Вода поднимается вверх, генерируя антициклонические течения. Лед становится примерно на 30 сантиметров тоньше по периметру кольца, но происходит это не за счет повышения температуры воды, а в местах увеличения скорости подледных течений. Объясняется это тем, что все течения подвержены влиянию вращения Земли, поэтому они закручиваются. Диаметр кругов - от 3,5 до 4,5 км. Пока, конечно, это гипотеза, ее надо проверить, и мы уже знаем, как это можно сделать. Одна проблема - на любую экспедицию нужны ресурсы.

- И все-таки для нас приоритетны работы, связанные с сейсмичностью, - сказал Сергей Псахье и вернул дискуссию в первоначальное русло, к предвестникам.

Нет слов на ветер

Это такой термин - предвестники землетрясений. Они многочисленны и порой противоречивы. Вероятно, считать предвестниками многие явления можно лишь в сочетании друг с другом или при определенных условиях. Но какой-то один или их четкую комбинацию, которую можно считать критерием приближающихся сейсмических ударов, никто не назовет.

Измерения и наблюдения за время проекта показали, что многие закономерности сейсмичности в земной коре имеют место и для ледового покрова Байкала. Не исключено, что как раз изучаемая комбинация физических событий, сейсмических шумов и деформационных процессов позволит найти ключ хотя бы к среднесрочному прогнозу землетрясений.

- Вы лет семь работаете в марте вблизи юго-западного побережья. Почему именно в это время?

- Пока лед тонкий, находиться здесь нет большого смысла. И когда в апреле лед становится мягким - тоже. Дело не в опасности, в обоих случаях у льда другая структура. А когда толщина льда 70 сантиметров и больше (а это как раз в марте), верхние три десятка сантиметров - хрупкие, ниже - вязкие. Тогда процессы похожи на те, что идут в земной коре, их можно анализировать и сопоставлять. На льду стоят вагончики наших партнеров из Лимнологического института. Они очень помогают нам не только своей уникальной акустической и термической аппаратурой, но и теплым кровом, инструментарием, транспортом - тем же вездеходом, на котором мы проходим до сотни километров к нашим рабочим трещинам.

- Рабочим?

- Ну да. Как землетрясения в мире происходят примерно в одних и тех же сейсмически опасных разломных зонах, так и трещины на Байкале год за годом возникают примерно в одних и тех же местах. Ну, со сдвигом на сотню-другую метров. Они "работают" весь сезон: сходятся, расходятся, идут кулисами, формируют фрагменты. Некоторые зарастают. Этими сложными процессами и определяется "сейсмичность" среды. Мы собираем материал по деформационным процессам в ледовых плитах, их распределению. Кстати, перемещение крупных фрагментов льда нам помогают определять коллеги из Геологического института Бурятского НЦ СО РАН. Они делают это с помощью высокоточных GPS-систем. Так что расширять зону исследования хорошо бы, уплотняя сеть датчиков. Но менять пока ничего не следует: потеряем базу данных. А ее, наоборот, надо наращивать. Совершенно необходимо создать на Байкале Международный полигон для исследования и моделирования тектонических процессов в земной коре.

- А для этого закупить дорогостоящее импортное оборудование, создать инфраструктуру?

- Последствия землетрясений обходятся людям дороже, чем создание такого полигона. По поводу же оборудования... Для этих исследований мы разработали уникальные измерительные системы. Они учитывают специфику измерений и имеют хорошее программное обеспечение, высокие пользовательские характеристики. Однако для достижения серьезного результата на Байкале нужно каждый год устанавливать плотную сеть таких приборов. Значит, кроме всего прочего, необходимо иметь для этого транспорт - что-то вроде аппаратов на воздушной подушке, чтобы можно было далеко и быстро ездить. Вездеход лимнологов, конечно, хорош, но бензина много ест, да и весит немало. Конечно, благодаря бессменному своему водителю Сергею Алехину он все еще жив, способен виражи на льду выписывать, а при необходимости и поплавать. Но... Сидя наверху, скакать на нем через рабочие трещины с водой, да еще и вспучившиеся торосами, охотников мало находится. А из крытого кузова ничего не увидишь. Для оперативной и эффективной работы нужно судно на воздушной подушке. Такие уже ходят по Байкалу, вон на Масленицу народ по озеру катают.

Вопрос с инфраструктурой полигона не простой. Для регулярной работы нужно системно организовывать процесс мониторинга. Иначе результата не будет, а знания эти очень нужны. Ведь климат на земле становится все более неустойчивым. Пока мы наблюдаем не столько глобальное потепление, сколько мощные перепады - суровая зима, засушливое лето, ледяные дожди, землетрясения, тайфуны... Природные катастрофы не играют в политику, им безразлично, разрушают они богатую страну или бедную. Но лучше бы больше знать о их "повадках", чтобы, где возможно, уйти от беды.