

ФИРСОВА Алена Дмитриевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник группы таксономии диатомовых водорослей отдела ультраструктуры клетки Лимнологического института СО РАН (Иркутск). Автор и соавтор 10 научных работ



ЧЕБЫКИН Евгений Павлович – кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории биогеохимии Лимнологического института СО РАН (Иркутск) и лаборатории изотопии и геохронологии Института земной коры СО РАН (Иркутск). Автор и соавтор около 40 научных работ. Руководитель научной экспедиции 2014 г. на якутские озера

К озерам на полюсе холода

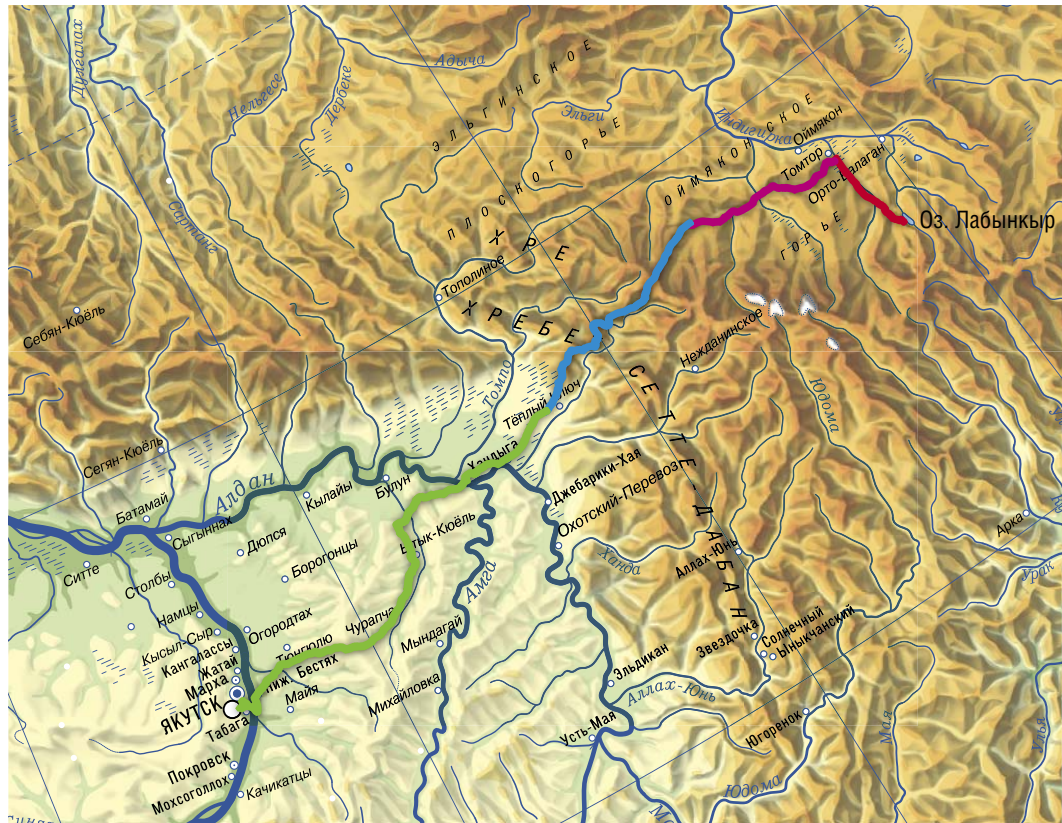
В июле 2014 г. сотрудники иркутского Лимнологического института СО РАН в составе комплексной экспедиции побывали на уникальных озерах Лабынкыр и Ворота, расположенных в Оймяконском районе Якутии – на «полюсе холода» Северного полушария. Идея этого исследования возникла после находки в пробах озерной воды, отобранных в ходе зимней экспедиции 2012–2013 гг., диатомовых водорослей, которые оказались хотя и не идентичны, но очень близки к древним эндемичным байкальским видам. Сам факт такого сходства, весьма интригующий, заставляет по-новому взглянуть на происхождение и эволюцию якутских озер

Ключевые слова: Якутия, Оймякон, экспедиция, пресное озеро, диатомовые водоросли.

Key words: Sakha (Yakutia), Oymyakon, expedition, freshwater lakes, diatoms

Якутские озера Лабынкыр и Ворота отличаются не только своим уникальным географическим положением, но и кристально чистой водой и обилием красной и белой рыбы. Они овеяны вековыми легендами о существовании чудовищ, подобных лохнесскому. Глубина озер достигает 60 м. Лабынкыр долго не замерзает зимой, несмотря на лютые морозы (столбик термометра порой опускается здесь ниже -60°C), зато летом его вода остается на удивление холодной – менее 9°C . Про Ворота известно меньше, так как оно еще более труднодоступно и практически не исследовалось до последнего времени.

Первые научные сведения о составе воды и поверхностных донных осадков этих якутских озер были получены совсем недавно: образцы озерной воды, донного ила и фитопланктона были отобраны в ходе первого этапа экспедиции «Полюс холода», которая состоялась зимой 2012–2013 гг.



Путь экспедиции от г. Якутска до оз. Лабынкыр

в рамках проекта ОАО «КАМАЗ «Надежные машины. Железные люди». В организации экспедиции приняло участие отделение Русского географического общества в Республике Татарстан и Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН (Якутск). Подводно-исследовательский отряд из Татарстана на пяти КАМАЗах достиг озер, где в сильные морозы (-44°C) осуществил рекордное глубоководное погружение в Лабынкыр и Ворота (на глубину 55 и 60 м соответственно).

Летом 2014 г. на легендарные озера отправилась комплексная научная экспедиция из семи человек. В ее состав, помимо авторов статьи, вошли исследователи из лаборатории гидрохимии и химии атмосферы Лимнологического института СО РАН (Иркутск) главный специалист А. П. Чебыкин и инженер Е. О. Горина; старший научный сотрудник Л. И. Копырина из лаборатории флористики и геоботаники Института биологических проблем криолитозоны СО РАН (Якутск), а также сотрудники отдела информационно-измерительных систем Иркутского национального исследовательского технического университета Д. А. Ченский и Н. А. Губин. Финансовую и транспортную поддержку экспедиции

оказало Оймяконское районное отделение Русского географического общества.

В путь на перекладных

...Наша дорога от Якутска до озер, расположенных в тысяче километров от столицы республики, заняла свыше четырех суток. Этого времени хватило, чтобы познакомиться с некоторыми местными достопримечательностями, в первую очередь, с местными жителями – радушными, открытыми, по-якутски гостеприимными.

Из города выехали рано утром на двух микроавтобусах по довольно приличной грунтовой дороге – федеральной трассе «Колыма» и ближе к ночи добрались до поселка Хандыга, преодолев две паромных переправы: через Лену и Алдан. Оттуда уже на лихого вида КАМАЗе «Сайгак» добрались до реки Кюбюме. Из-за дождей все реки разлились, безнадежно размыв старый Колымский тракт, куда мы должны были свернуть с основной трассы. В ожидании спада уровня воды пришлось скоротать почти сутки в палаточном лагере за детским бриджем в компании тысячи изголодавшихся комаров.



Фото Л. Копыриной



Борт-инженер Ми-2 Михаил Черевешник, Александр Чебыкин, летчик Алексей Сиднин и Алена Фирсова. Фото Е. Чебыкина



Наша экспедиция не состоялась бы без помощи Александра Алексеевича Долженкова, бизнесмена и председателя Оймяконского районного отделения Русского географического общества в РС(Я). Простой, легкий в общении, он не только беззаветно любит свой родной край, но и делает все возможное для его развития, вкладывая свои личные средства для сохранения и изучения хрупкой северной природы. Александр Долженков чем-то напоминает своего именитого земляка, купца-мецената Н.О. Кривошапкина, который в свое время оказал неоценимую помощь И.Д. Черскому в его труднейшей экспедиции на Колыму. В течение всей нашей экспедиции он появлялся как добрый волшебник: встречал, решал вопросы с питанием, проездом, проживанием – и так же неожиданно исчезал, чтобы в самый нужный момент появиться снова.
Фото А. Чебыкина



Вид на северную часть оз. Лабынкыр.
Фото Е. Чебыкина

Здесь нам удалось увидеть и легендарного «паромщика» тех мест – худощавого якута Моисея, который на своем «Урале» лихо переправлялся через такие разливы, куда никто другой и сунуться не посмел бы. Наш водитель, человек с юмором, говорил, что Моисей каждый год топит свой «Урал» в Кюбюме, и если этого не случается – то сезон прожит зря. А вот мост через строптивую реку за много лет так и не смогли достроить: на сегодня имеется лишь временный съезд для малогабаритных машин.

Преодолев, наконец, водную преграду, мы пересели в УАЗики, которые прекрасно показали себя в дальнейшем пути, который, скорее, напоминал пунктир – так часто он прерывался разлившимися реками. Но самым утомительным в первые дни поездки стало бесконечное перекалывание и перетаскивание нашего немаленького и нелегкого багажа: некоторые ящики, в том числе с геофизическим оборудованием, весили не менее 80 кг.

В Томтор, последний перед рывком на озеро крупный населенный пункт, попали уже ночью. На гостинице

ЛАБЫНКЫР И ВОРОТА

Якутские озера Лабынкыр и Ворота расположены на стыке хребта Сунтар-Хаята и Оймяконского нагорья в зоне полюса холода Северного полушария. Холодный период здесь длится до восьми месяцев, безморозный – около двух. Средние температуры января ниже -40°C , а в июле воздух прогревается до $+12$ — 14°C . Глубина залегания многолетней мерзлоты варьирует в пределах 300—500 м.

Лабынкыр находится на высоте 1010 м над уровнем моря, ширина водоема около 3 км, а максимальная глубина, обнаруженная на данный момент, составляет 62 м. Прозрачность воды – до 10 м, минерализация – около 300 мг/л. В озеро с юга втекает и на севере вытекает одноименная река Лабынкыр. Экспедиция 2014 г. обнаружила девять мелких притоков, три из которых втекают с восточного берега, остальные – с западного.

Оз. Ворота расположено на высоте 1110 м над уровнем моря, в 23 км к востоку от оз. Лабынкыр. Длина озера – 3,5 км, максимальная ширина (в юго-восточной части) достигает 1 км, глубина в пелагиали 40—60 м, местами до 90 м. Прозрачность воды высокая – до 13 м.

На основе геофизических данных, полученных в 2014 г. с помощью ЛЧМ-профилографа, в озерах были выявлены зоны спокойного осадконакопления с ненарушенной структурой, пригодные для отбора осадочных кернов. На оз. Ворота типичная мощность осадочного чехла составляет около 3 м, а на оз. Лабынкыр – около 10 м. Эти керны будут использованы для последующего изучения истории развития озер в голоцене



Двухэтажное зимовье с банькой в северной части оз. Лабынкыр стало для экспедиционного отряда не только домом, но и полевой лабораторией. Фото Е. Чебыкина

дворе нас ждал отдых и банька, на завтрак – местный деликатес: жеребятина, затем – насыщенная культурная программа, включая посещение музея и уникальную выставку ледяных фигур в недрах соседней сопки. Но время торопило, и в тот же день на вертолете Ми-2 нас за полчаса доставили до зимовья на оз. Лабынкыр. Сам полет был незабываемым: под нами расстилалась суровая листоватая тайга, прерываемая аласами и болотами, исчерченная протоками разлившихся речек и неровными островками ледников. Удалось даже увидеть медведя и лося, убегающих от шума вертолета.

Наконец перед нами распростерлось огромное озеро, лежащее темно-серебряной чашей в окружении неровных бархатистых сопки, и, на пригорке, двухэтажное зимовье и аккуратная банька. С этого момента нашей единственной связью с «большой землей» остался вертолет, на котором, невзирая на погоду и отсутствие аэродромов, нам привозили продукты и топливо.

Белые ночи Лабынкыра

В зимовье нас встретили трое рыбаков, которые заранее подготовили нам жилье, лодку и даже поставили сети. Рыба, которой в озере изобилие, и стала основой нашего стола: вкуснейшие ленок, чир, хариус, мальма, голец и муксун, а также налим. Снабдили нас и свежайшим мясом сохатого. Расположившись в зимовье, участники экспедиции занялись сборкой катамарана и подготовкой оборудования, необходимого для отбора проб, благо белые ночи позволяли работать допоздна. Бензогенератор обеспечил постоянную работу холодильника, зарядку аккумуляторов, работу лабораторного оборудования и ноутбуков. Началась обычная экспедиционная жизнь...



Погода на озере все время менялась: резкий ветер сменялся полным штилем, а ясное небо – дождиком. Но ждать хорошей погоды было некогда: в короткий срок требовалось выполнить очень обширную научную программу. Первыми приступили к работе геофизики: свое оборудование они смонтировали на спортивно-туристическом катамаране, который галсами буксировали по озеру моторной лодкой на малой скорости. С помощью ЛЧМ-профилографа и многолучевого эхолота был исследован рельеф дна и структура осадочной толщи.

Пробы воды и донных отложений для дальнейшего химического анализа, а также для изучения фито- и зоопланктона были отобраны в разных частях озера, а также в притоках и вытекающей речке. Их требовалось брать с помощью батометра на нескольких горизонтах фотического (т.е. освещаемого) слоя на глубинах до 25 м, а также у дна. Задача оказалась нелегкой, так как за время отбора пробы с одного горизонта лодку сносило течением на сотню метров, поэтому приходилось постоянно возвращаться обратно на точку. По притокам озера были отобраны еще и образцы горных пород.

Сразу по возвращении в зимовье нужно было провести ряд физико-химических анализов, от измерения рН до определения концентрации растворенного кислорода, отфильтровать пробы воды, собрать на фильтры фитопланктон для будущего геномного анализа и электронной микроскопии, обработать геофизические данные. Скучать было некогда – рабочий день длился порой с 8 утра до 4 часов ночи. Все участники экспедиции охотно помогали друг другу по мере своих сил и возможностей, работая на общее дело.

Мужчины на прицепе

Отработав часть основных точек на Лабынкыре, мы на вертолете, уже ставшем родным, временно перебрались на Ворота. Озеро сразу покорило нас: даже в этих диких местах оно отличается какой-то особой первозданной чистотой и прозрачностью вод, а его берега покрыты светло-зеленым, мягко хрустящим ягелем. Расположено озеро между двух рядов сопки из вулканических пород: отдельные зеленые кустики, цепляясь за крутые сыпучие склоны, создают своеобразный орнамент.

Здесь нас уже ждала резиновая лодка с мотором, заброшенная предварительным рейсом. В качестве надежной «противомедвежьей» сигнализации нас сопровождала замечательная собака – лайка Кучум, больше походившая на волка. Схема работ здесь была почти та же, только зимовье заменили палатки и навес.

Геофизики, закончив свою работу раньше, улетели, и мы остались впятером. Правда небо прояснилось и работать стало гораздо приятнее. Один из главных





этапов нашей работы заключался в отборе осадочных кернов. По результатам геофизического зондирования были определены зоны ненарушенных осадков, пригодных для изучения изменения условий окружающей среды в голоцене и откликов на них озерных экосистем. Катамаран был переоборудован: его оснастили буровой вышкой, лебедкой и устройством для отбора кернов, а одну из наших дам пришлось срочно обучить вождению моторной лодки с прицепом. И вскоре дружная команда – мужчины на буксируемом катамаране, женщины в лодке – успешно отобрала запланированные керны.

Отработав на Воротах, мы вернулись на Лабынкыр, где нас ждал сюрприз. Кучум, весь день мирно дремавший на берегу озера, вдруг встрепенулся и с волнением начал

Вид на оз. Ворота с южного берега.
Фото Е. Чебыкина

Всеобщий любимец пес Кучум с инженером ЛИН СО РАН Е. О. Гориной. Фото А. Фирсовой

курсировать вокруг дома. И когда мы, разобрав вещи и уже изрядно уставшие, сели ужинать, он разразился грозным лаем. Оказалось, что вдоль берега, прямо к нашей баньке не спеша шли два молодых медведя. Как выяснилось позже, мишек привлекли подпорченные остатки рыбы, выброшенные в стороне от зимовья. Несколько громких окриков в сопровождении громохання мисок образумили гостей, и они нехотя подались восвояси. Рыбу мы убрали, и медведи нас больше не беспокоили, но без Кучума далеко от зимовья больше не отходили.

Полевая кухня, она же полевая лаборатория на оз. Ворота.
Фото Е. Чебыкина





До свиданья, Якутия!

Последние дни работы на Лабынкыре прошли лихорадочно и с большим энтузиазмом, чему благоприятствовала установившаяся хорошая погода. Отбор проб перемежался с экскурсиями – жажда увидеть как можно больше была неутолима. Мы посетили небольшой островок почти в центре озера, где гнездятся чайки и где, судя по следам, побывал медведь; прекрасный залив на западном берегу озера, напоминающий берега Байкала, где идет строительство новой базы; зимовье в южной части озера с прекрасной баней, легкой кухней и просто огромной коптильней – настоящий рай для рыбаков. Там мы обнаружили и три холодных (0,9 °С) родника, осознав при этом, что тары для отбора проб уже катастрофически не хватает. Проблему решили на ходу: облавив окрестности, нашли пустые бутылки и отмыли их специальным моющим средством.

На конец экспедиции был намечен самый ответственный этап работ – отбор осадочных кернов, который, однако, потерпел полное фиаско. На первой же точке странным образом произошел обрыв тросика, и снаряд с уже отобраным керном канул в пучину. Трудно передать всю нашу досаду и разочарование. Более того: окрепло странное чувство, которое появилось почти сразу, как только мы появились на озере, что Лабынкыре

Мертвое озеро печально знаменито тем, что в период строительства трассы «Колыма» здесь было потоплено 150 заключенных. Говорят, что на это мрачное озеро, поминающее воронку от метеорита, заполненную водой, не садятся птицы, в нем не водится рыба. Местные жители опасаются к нему подходить, считая проклятым местом.
Фото А. Чебыкина

не хочет открывать свои тайны, собирая дань с каждого (достаточно вспомнить потонувшие мелочи из оборудования), пугая плохой погодой и разного рода приключениями. Но тем интереснее принять вызов природы: мы надеемся еще раз побывать на этом чудном озере и все же с ним «договориться».

... На обратном пути, который занял гораздо меньше времени, мы успели еще взять пробы в двух близлежащих озерах – Улу (Красное) и Мертвое. А затем вновь Якутск, где наши коллеги из лаборатории флористики и геоботаники ИБПК СО РАН показали нам город, удивительную подземную лабораторию Института мерзлотоведения и геологический музей, где мы даже смогли подержать в руках знаменитые якутские алмазы. У себя в лаборатории они угостили нас знаменитым ленским омулем, рассказали о своей работе и выразили надежду на дальнейшее совместное сотрудничество. К чему мы, безусловно, также стремимся.

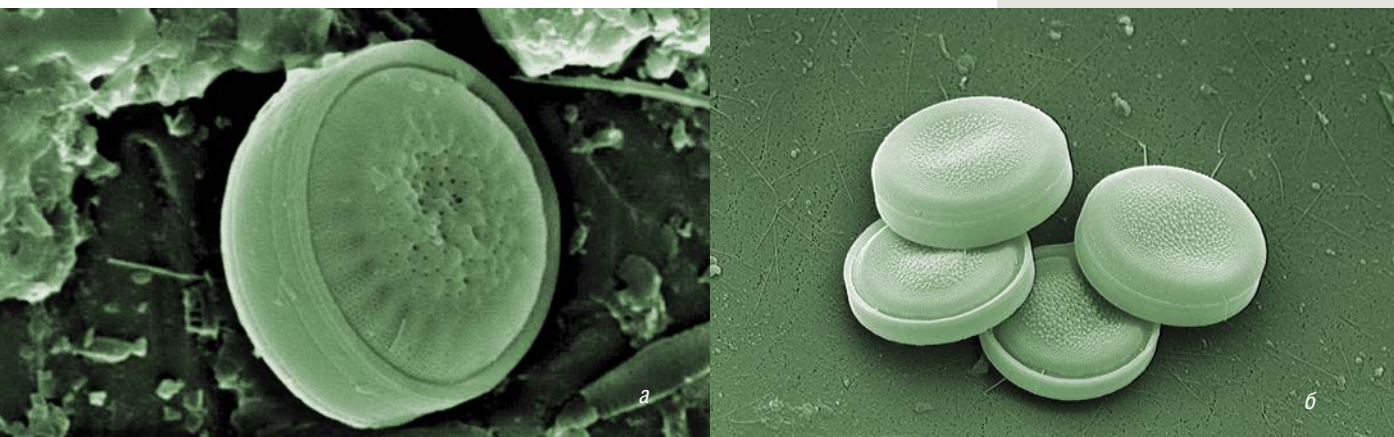
Буровые работы на оз. Ворота, в котором были задействованы все экспедиционные силы на двух судах, моторке и катамаране, успешно завершились сбором керна осадочных отложений.
Фото Л. Копыриной

В ходе экспедиции 2014 г. нам удалось отобрать гораздо больше проб и провести больший объем исследований, чем планировали, поэтому, несмотря на отдельные неудачи, экспедицию в целом можно считать успешной. Большая часть собранных материалов еще находится в обработке в ЛИН СО РАН совместно со специалистами ИБПК СО РАН, однако на основе уже имеющихся результатов можно сделать определенные выводы.

Во-первых, в пробах воды из якутских озер были найдены ра-

нее не известные науке виды диатомей, а также представители еще одной группы очень древних водорослей – золотистых. Специалист ЛИН СО РАН Н. Г. Шевелева высказала предположение о массовом развитии в оз. Ворота редчайшего представителя зоопланктона – веслоногого рачка *Arctodiaptomus (Stenodiaptomus) paulseni*.

Во-вторых, имеется сходство диатомовых водорослей из якутских озер с аналогичными байкальскими эндемиками, хотя пока его удалось обнаружить только для видов рода *Cyclotella*. Но даже эти факты заставляют о многом задуматься. Ведь на месте озер Якутии во время последнего оледенения, вероятно, располагались ледовые щиты, т.е. их заселение диатомеями произошло в голоцене, не ранее последних 11 тыс. лет. Планктонное же сообщество диатомовых Байкала хотя и приобрело современный вид примерно в тот же период, но формироваться начало еще 360 тыс. лет назад. А обитатели Байкала *C. baicalensis* и обнаруженные в якутских озерах *C. minuta* появились 129 тыс. лет и 560 тыс. лет назад соответственно. Весьма «почтенным» возрастом отличаются и неэндемичные диатомовые: например, встречающийся во всех трех озерах вид *Aulacoseira islandica* появился в том же Байкале около 1 млн лет назад (Кузьмин и др., 2009). И в этом смысле будет очень интересно сравнить детальную клеточную



ультраструктуру якутских и байкальских водорослей, чтобы попытаться выявить сходные факторы, повлиявшие на их эволюцию.

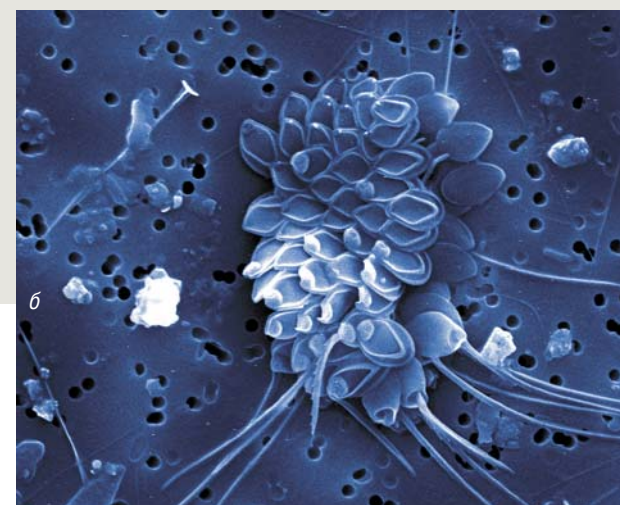
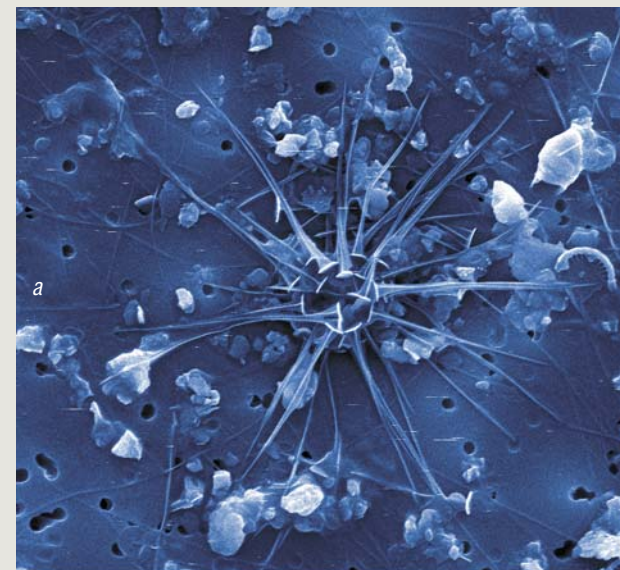
Что касается происхождения якутских озер, то на основе уже имеющихся геологических данных можно предположить, что Лабынкыр и Ворота, как и Байкал, имеют тектоническое (точнее смешанное ледово-тектоническое) происхождение. В пользу этого предположения также свидетельствует высокая чистота и прозрачность их воды, хотя общая минерализация воды якутских озер в три раза выше, чем байкальской. Для более точных выводов нужны дополнительные исследования с привлечением геологов, геоморфологов и других специалистов. Мы надеемся, что уже полученные результаты совместно с геофизическими данными и результатами анализа осадочных кернов помогут приподнять завесу тайны происхождения и эволюции якутских озер.

Экспедиция 2014 г. впервые обнаружила в якутских озерах присутствие золотистых водорослей.

На фото справа – *Spiniferomonas bilacunosa* и *Malomonad tonsurata*.
Фото А. Фирсовой

Обнаружить сходство тонкой структуры ажурных кремнистых панцирей диатомовых водорослей возможно только с помощью мощного электронного микроскопа. Впервые сходство между байкальскими эндемичными диатомеями и их якутскими аналогами заметила сотрудница ИБПК СО РАН (Якутск) Л. И. Копырина во время своей командировки в иркутский ЛИН СО РАН, где имеется подходящая аппаратура. Вверху – схожие по строению диатомовые водоросли *Cyclotella minuta* из якутских озер (фото М. Масленниковой) (а) и эндемичный байкальский вид *Cyclotella baicalensis* (фото М. Усольцевой) (б).

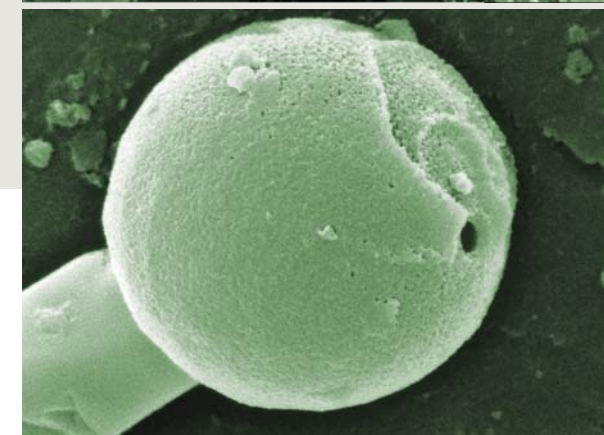
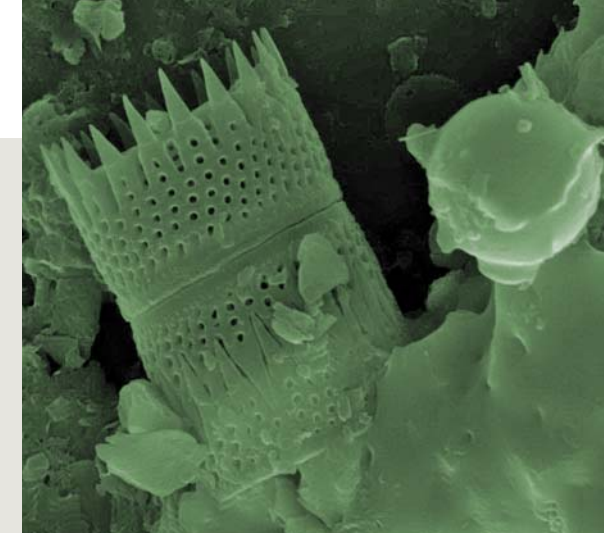
Этот вид диатомовых с характерным зубчатым панцирем – *Aulacoseira subarctica*, обнаруженный в пробах воды из оз. Лабынкыр, широко встречается в северных и арктических районах.
Фото А. Фирсовой



Литература

Кузьмин М. И., Хурсевич Г. К., Прокопенко А. А. и др. *Центрические диатомовые водоросли позднего кайнозоя озера Байкал: морфология, систематика, стратиграфическое распространение, этапность развития (по материалам глубоководного бурения)*. Новосибирск: Академическое издательство «Гео». 2009. 374 с.

Шиллер Д.: «Доказано – работать в таких условиях можно» // Сайт Отделения РГО в Татарстане, 2013. <http://tatarstan.rgo.ru/ekspedicii/ekspediciya-polyus-xoloda/novosti/dmitrij-shiller-dokazano-%E2%80%93-93-rabotat-v-takix-usloviyax-mozhno/>



При неблагоприятных условиях или в результате полового размножения золотистые водоросли, покрываясь плотной кремневой оболочкой, формируют покоящиеся стадии – стоматоцисты. На фото – стоматоцисты из оз. Лабынкыр. Фото А. Фирсовой