

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

**ЛИМНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ЛИН СО РАН)**

664033, г. Иркутск 33, ул. Улан - Баторская , 3, а/я 278

Тел.: (3952) 42-65-04

Факс: (3952) 42-54-05

E-mail: [info@lin.irk.ru](mailto:info@lin.irk.ru)

От 2 апреля 2010 г. №15356-05

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

[ \_\_\_\_\_ ]

В ходе экспедиции «Миры на Байкале» планировалось выполнить следующие задачи:

1. Классифицировать образцы фаун (губки, олигохеты, нематоды, плоские черви, моллюски, ракообразные), идентифицировать их до рода и вида, выявить новые для науки виды, идентифицировать симбионты, источники пищи, выделить ДНК для молекулярно-биологических исследований.
2. Исследовать структуру биологических сообществ в зонах разгрузки углеводородов, сравнить видовой состав организмов в зависимости от типа поступающих углеводородов, а также оценить роль биологических сообществ в диагенезе осадков в районах вентов, холодных сипов и грязевых вулканов и установить основы их жизнедеятельности.
3. Провести посев и идентификацию микроорганизмов, участвующих в ассимиляции метана и других углеводородов (нефть) в кислородных и бескислородных условиях для оценки влияния этих зон на экосистему озера Байкал.
3. Обследовать места глубоководных разгрузок (сипы и грязевые вулканы) различных типов углеводородов (нефть, газ) с целью их картирования и оценки интенсивности разгрузок и биодеградаци. Отобрать образцы донных осадков, придонной воды для анализа, подготовить образцы для хромато-масс - спектрометрии, изотопного анализа, анализа неорганических включений.
4. Выявить и изучить, образующихся в процессе разгрузок углеводородов, морфоструктуры на дне озера, отобрать для комплексного анализа слагающие их материалы для выяснения времени и механизмов образования данных морфоструктур.

5. Измерить температуру осадков непосредственно в точках разгрузок с использованием автономных термодатчиков, оценить тепловой поток в разных районах озера, исследовать наличие гидротерм в этих районах озера Байкал.

6. Провести поиск выходов скоплений газовых гидратов на поверхность дна озера Байкал в местах разгрузок и оценить их воздействие на геологические процессы у дна и на биологические сообщества.

7. Осуществить отбор проб всплывающего газа и нефти, осадков, биологических образцов непосредственно в очагах разгрузок на дне озера Байкал, провести первичное исследование их на борту научно-исследовательского судна.

Сейчас можно подвести некоторые итоги. Исследования с помощью обитаемых подводных аппаратов «Миры», конечно же, дали нам, лимнологам, много новой информации. Проблемы, которые решались с использованием ГОА «МИР» в 2008-2009 гг., базировались на знаниях, которые были получены ранее. Во-первых, это результаты, полученные в 1977—1990 годах также с помощью ГОА «Пайсисов». Тогда впервые на Байкале в бухте Фролиха был обнаружен подводный гидротермальный источник с необычными биологическими сообществами, о которых была опубликована статья в ведущем журнале *Nature*. Именно тогда было положено начало изучению зон разгрузки газосодержащих флюидов на Байкале. Во-вторых, при планировании погружений ГОА «МИР» нами были использованы геофизические данные, полученные в 70—90-х годах американскими, бельгийскими и российскими учеными, а также данные, полученные в нынешнем столетии совместно с бельгийскими и японскими коллегами. Кроме того, большое значение имели исследования по проекту «Байкал-бурение», когда в 1996 году были получены первые образцы гидратов метана. С 2000 года, мы вплотную начали заниматься газовыми гидратами совместно с коллегами из Бельгии и России. С помощью геофизических и акустических методов были намечены районы, где предполагалась интенсивная разгрузка газосодержащих флюидов. В этих районах с использованием обычных пробоотборников (5-метровых труб) были получены и исследованы образцы донных осадков, в некоторых районах были получены образцы газовых гидратов. Таким образом, было идентифицировано 14 грязевых вулканов и холодных сипов, построена карта их расположения на дне озера Байкал.

Особенно интересовал нас один район – это район естественных выходов нефти напротив Баргузинского залива. На Байкале районы выхода нефти известны с конца XVIII века, особенно в районе мыса Толстый. Было известно, что поступающая со дна озера нефть деградирована, а вот ее возраст и происхождение оставались предметом дискуссий. В 2005 г. сотрудники лаб. гидрологии и

гидрофизики, исследуя космоснимки озера Байкал, обратили внимание на наличие черных точек на льду. Они предположили, что это выходы либо нефти, либо газа. Летом того же года в этот район была организована экспедиция, которая подтвердила наличие зоны разгрузки нефти со дна озера. Последующие геофизические и гидроакустические исследования показали, что разгрузка приурочена к оползню, в центре которого виднелась возвышенность, а рядом отмечалась разгрузка газа в виде «факела». После проведения различных анализов самой нефти было установлено, что она образована в нижних кайнозойских толщах озера Байкал, возраст которых менее 60 млн. лет. Расчеты показали, что ежегодно в этом районе разгружается до 4 т нефти в год. Но, тем не менее, на поверхности пятно, которое занимает площадь примерно 1 кв. км, не увеличивается.

Конечно, несомненной удачей для нас была работа в районах разгрузки газо-нефте содержащих флюидов вместе с «Мирами». Уже первое погружение в районе нефтепроявлений мыса Горевой Утес позволило обнаружить битумные постройки, высота которых достигала 8–10 м, а их структура и состав сильно различались. Одни были построены из плотного, другие — из вязкого материала. Поднятые на поверхность образцы из некоторых построек, твердых на дне, быстро растворялись и превращались в жидкую нефть. Удалось увидеть в некоторых постройках вместе с нефтью и газовые гидраты. Было высказано предположение, что газовые гидраты служат своеобразным цементом постройки. Именно этим можно объяснить «расплавление» построек при поднятии их на поверхность озера. Все гидронавты, погружившиеся в этом районе, обратили внимание на тот факт, что постройки усыпаны живыми организмами, среди которых преобладали планарии и олигохеты. В вязком битуме было обнаружено много белых сгустков, сформированных из грибов рода *Phitium*, которых ранее в Байкале не находили. Наблюдалось также большое количество диатомовых водорослей. Среди олигохет, обитающих в сгустках, описан новый для науки вид, о чем подготовлена публикация. Внутри сгустков также выявлены метанотрофные бактерии, которые идентифицированы с помощью методов молекулярной биологии и электронной микроскопии, в настоящее время готовится статья по результатам их исследования. Именно они используют метан и делают его доступным для других организмов. Кроме того, на постройках обнаружено большое количество пиявок и их коконов, рядом с постройками обитали различного рода амфиподы, обитающие в глубоководной зоне Байкала. Надо отметить, что численность животных в местах нефтепроявлений в 5–6 раз выше, чем на других участках дна. Такого рода исследования возможны только с

использованием глубоководных аппаратов. В зонах с высокой численностью организмов отмечался повышенный тепловой поток.

Одной из поставленных задач являлось изучение микроорганизмов, способных разрушать нефть и ее производные и таким образом способствовать самоочищению озера Байкал. В течение последних пяти лет мы осуществляли мониторинг численности нефтеокисляющих микроорганизмов как в зоне выхода нефти из осадков в водную толщу, в водной толще в зоне пятен, так и в фоновых районах. Можно сказать, что в целом ситуация спокойная, при том количестве разгружающейся нефти, она полностью разрушается микроорганизмами. Из проб воды и донных осадков, отобранных с помощью глубоководных обитаемых аппаратов «МИР», были изолированы представители широко распространенных родов бактерий, таких как *Pseudomonas* (псевдомонас), *Rhodococcus* (родококкус) и др. Удалось установить, что бактерии из этого района обладают не только генами, ответственными за биодegradацию (разложение) нефти, но и способны образовывать поверхностно-активные вещества (биосурфактанты), которые переводят углеводороды нефти в доступную для их потребления фазу и, тем самым увеличивают скорость и степень биодеструкции углеводородов. Мы надеемся получить практический результат – основу для биопрепарата, состоящего из аборигенных, адаптированных к существованию в низкотемпературных условиях микроорганизмов – деструкторов углеводородов нефти.

Еще один район разгрузки газов, где были получены интересные результаты - это район структуры «Санкт-Петербург». Она была обнаружена еще в 2002 году, в зоне разлома на двух структурах фиксировались акустическими методами «факела» и грязевые вулканы. При погружении ГОА «МИР» здесь впервые на Байкале удалось увидеть поверхностные залежи гидратов. Видимая их мощность достигала 6 метров. И что особенно интересно, над этими слоями гидратов встречается огромное количество амфипод, которых ранее отмечали в единичных количествах в глубоководной зоне озера. Сейчас проводятся исследования образцов из этого района, но существует необходимость повторить погружения в этом районе. Надо отметить, что нам удалось обследовать лишь 3 района разгрузок газо-нефтесодержащих флюидов из 14. Все они оказались очень разными по характеристикам, поэтому существует необходимость продолжения этих исследований.

Другая интересная проблема, которую решали наши сотрудники — исследование глубоководных байкальских губок. За два года собрано большое количество образцов. Глубоководные губки по цвету отличаются от тех, которые

обитают в мелководных зонах, в частности большой резонанс имели губки, имеющие голубой цвет. К настоящему времени исследованы морфология спикул, структуры различных генов и высказано предположение, что губки являются новыми для науки видами.

И еще одна задача, которая ставилась при обсуждении плана погружений ГОА «МИР» - исследование поведенческих реакций организмов, обитающих в глубоководной зоне Байкала. Впервые было выполнено ночное погружение, в котором исследованы вертикальные миграции стенобионтных видов планктона и рыб, образующие скопления на определенных глубинах. К таким видам относятся эндемичные виды пелагиали, входящие в состав единой пищевой цепи: веслоногий рак эпишура (*Epischura baicalensis*), амфипода макрогектопус (*Macrohectopus branickii*) и голомянки (*Comephorus*), обитающие в собственно пелагиали Байкала (склоновый и центральных водах). Полученные результаты дополняют имеющиеся данные по вертикальным миграциям, полученным дистанционными методами. Наши сотрудники наблюдали, как мигрируют в различное время ночи те или иные виды организмов. Оказалось, чем крупнее особь, тем более низкие слои она осваивает. Наблюдали также в придонной области за амфиподами, отмечена отрицательная реакция на свет. Словом, непознанного и интересного так много, что исследования с помощью подводных аппаратов надо непременно продолжать.

Ученый секретарь, д.б.н.



Т.И. Земская

Зав. лаб. геологии Байкала



О.М. Хлыстов