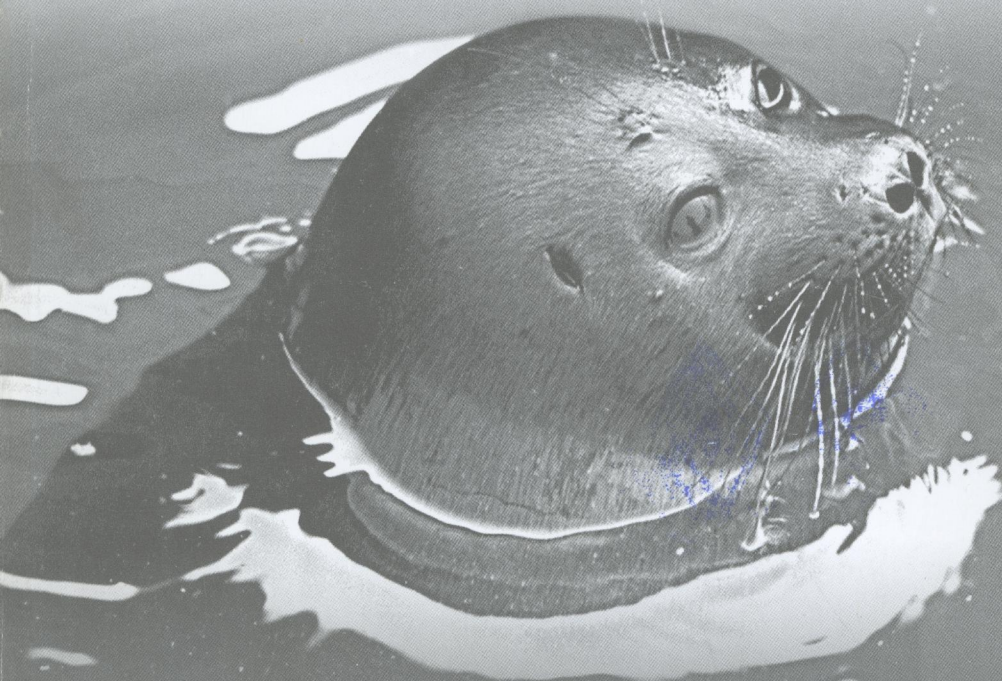


Д 22  
Г 788

0+

М.А. Грачёв

**С т е н о г р а м м а  
ЗАСЕДАНИЯ ПРЕЗИДИУМА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
18 ноября 2014 года**



**О ПРОБЛЕМАХ  
БАЙКАЛА**

М.А. Грачёв



07404373

**С т е н о г р а м м а  
ЗАСЕДАНИЯ ПРЕЗИДИУМА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
18 ноября 2014 года**

# **О ПРОБЛЕМАХ БАЙКАЛА**



Председательствует президент РАН академик В.Е.Фортов  
1. «О проблемах Байкала»  
Научное сообщение академика РАН Грачева М.А.

**С т е н о г р а м м а**  
**ЗАСЕДАНИЯ ПРЕЗИДИУМА РОССИЙСКОЙ**  
**АКАДЕМИИ НАУК**

18 ноября 2014 года  
Председательствует президент РАН академик В.Е. Фортов

В.Е. ФОРТОВ

Добрый день, уважаемые коллеги!  
Сегодня заседание мы начинаем с сообщения академика РАН М.А. Грачева «О проблемах Байкала».  
Вы знаете, что это очень резонансная тема. Академия наук всегда занималась этой проблемой неформально, и были решения, которые Правительство потом претворяло в жизнь. Сейчас возникает новый этап этой проблемы.

М.А. ГРАЧЕВ

Глубокоуважаемый Владимир Евгеньевич! Глубокоуважаемые члены Президиума и гости!

Прежде всего, хотел бы выразить большую благодарность за то, что вы согласились выслушать меня в этом почетном месте.

Лет 30 назад проблема Байкала занимала умы очень многих таких видных российских ученых, как академик Коптюг, академик Лаврентьев, академик Трофимук, академик Капица и др.

Это происходило в свое время в связи с заботами, что Байкал погибнет из-за начала работы Байкальского целлюлозно-бумажного комбината. Слава Богу, это не сбылось: Байкал жив. Но с тех пор интерес к Байкалу стал утихать до такой степени, что в Москве ни на Президиуме РАН, ни на Общем собрании Академии наук тем более, эта проблема не обсуждалась. В основном обсуждения шли в Сибирском отделении РАН, и Байкал за это время остался жив.

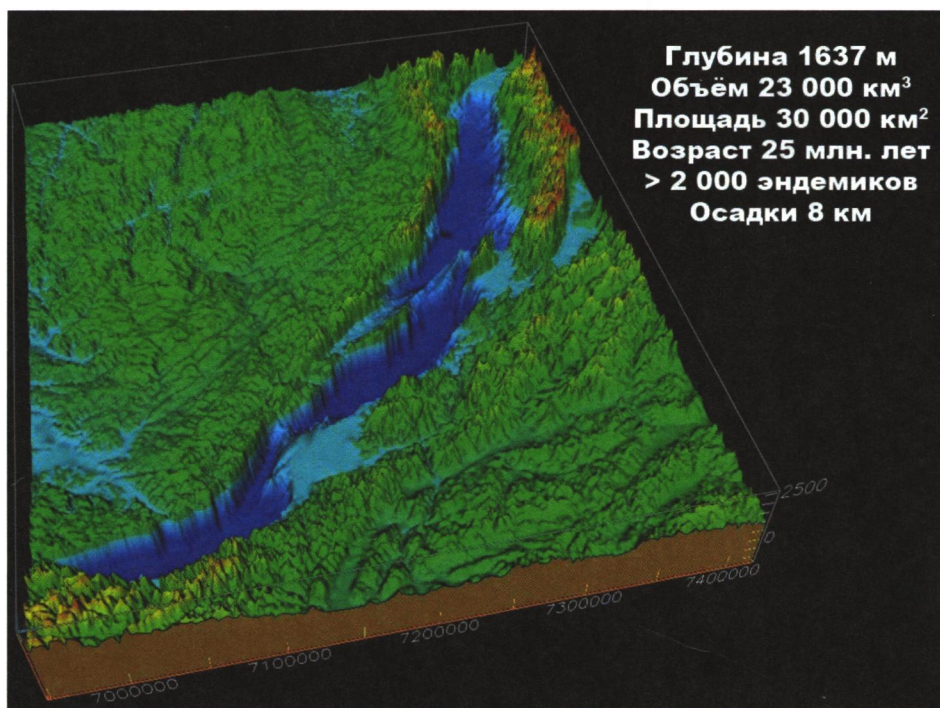
Перед моим выступлением А.Ю. Розанов просил меня рассказать не только о той печальной картине, которая сейчас имеет место на Байкале (об этом я скажу в конце доклада), но и рассказать о том, какая работа вообще проводится на Байкале, – хотя бы самое главное. Именно по такой схеме я и построил свой доклад.

2  
Д 22  
Г 788



(Слайд) Озеро Байкал представляет собой самое глубокое (1637 м), самое большое по объему (23 тыс. кубических километров), не самое большое по площади (30 тыс. кв. м) озеро, в котором имеется 3,5 тыс. зарегистрированных видов, из них около 2 тыс. – эндемики, которые нигде более не встречаются.

Если эту чашу Байкала человечество начнет пить по полтора литра в день, то хватит на шесть тысяч лет. Такой это огромный и трудно представимый ресурс.



Слайд 1. Трехмерная батиметрическая карта озера Байкал. Вертикальный масштаб сильно преувеличен. Совместный проект Лимнологического института Сибирского отделения РАН, ВМФ России, бельгийских и испанских учёных, 1999 г.

(Слайд) Благодаря усилиям, в первую очередь, Валентина Афанасьевича Коптюга, благодаря усилиям Лимнологического института, который я возглавляю, Байкал в 1996 г. стал участком мирового природного наследия ЮНЕСКО по заявке России. То есть, мы пообещали мировому сообществу сохранить Байкал в первозданном состоянии.

В 1999 г. был принят закон РФ «Об охране озера Байкал». Надо сказать, что это первый в России и пока последний закон, который посвящен охране определенного географического объекта.



*Слайд 2.*



(Слайд) Одним из приложений к закону является карта, на которой показана т.н. центральная зона вокруг Байкала. Справа к Байкалу находится буферная зона, – это зона, где в основном формируется приток Байкала. Практически это Республика Бурятия и небольшой кусочек Забайкальского края. Слева на 200 км к западу от береговой линии Байкала – зона атмосферного влияния. Это то место, где расположены основные промышленные гиганты Иркутской области.



Слайд 3. Схема Байкальского участка мирового природного наследия ЮНЕСКО.

(Слайд) На этом рисунке показан рост числа публикаций по Байкалу за последние 25 лет. Мы можем видеть, что число публикаций, зарегистрированных в мировой базе данных, сначала было малым, а потом очень сильно выросло.

Во многом это произошло благодаря тому, что академик Коптюг направил в Иркутск, в Лимнологический институт десант, из примерно 20 молекулярных биологов и аналитиков с женами, детьми, и дела института очень сильно сдвинулись в естественнонаучную сторону.

Кроме того, так совпало, что это была перестройка, «занавес» упал, на Байкал смогли ездить иностранцы, интерес к Байкалу которых был огромным, и они очень много сами сделали и очень многому нас научили.

Благодаря этому в общей сложности с ключевым словом «Байкал» зарегистрировано около 2 тыс. публикаций, а общее их число в несколько раз больше.



Слайд 4. Ежегодное число публикаций с ключевым словом «Baikal» в заглавии согласно «ISI Web of Knowledge»



(Слайд) Первая работа досталась нашему коллективу в 1987 году, и не только нашему. Институт оказался прекрасным, хотя очень бедным и плохо оборудованным. Но, тем не менее, там работали прекрасные специалисты своего дела, в том числе специалисты по тюленям, по нерпам.

Оказалось, что в 1987-1988 гг. на Байкале неожиданно погибло около шести тысяч этих прекрасных животных. Сначала грешили на байкальский комбинат, потом на общее загрязнение. Но, в конце концов, методами молекулярной биологии примерно за шесть месяцев нам удалось однозначно установить, что нерпа болела собачьей чумкой. До этого не было известно, чтобы ластоногие болели этим морбилливирусом.

Эпидемия прекратилась. В ней возникла иммунная прослойка. До сих пор бог миловал - повторения этой истории с гибелью нерпы не было.

Это первое крупномасштабное изменение на Байкале, которое было зарегистрировано в научной литературе.



*Слайд 5. В 1987–1988 гг. в экосистеме Байкала произошло крупное изменение – в результате эпидемии собачьей чумки погибло 6 тыс. тюленей из общего числа около 100 тыс. животных. Эпидемия прекратилась самопроизвольно.*

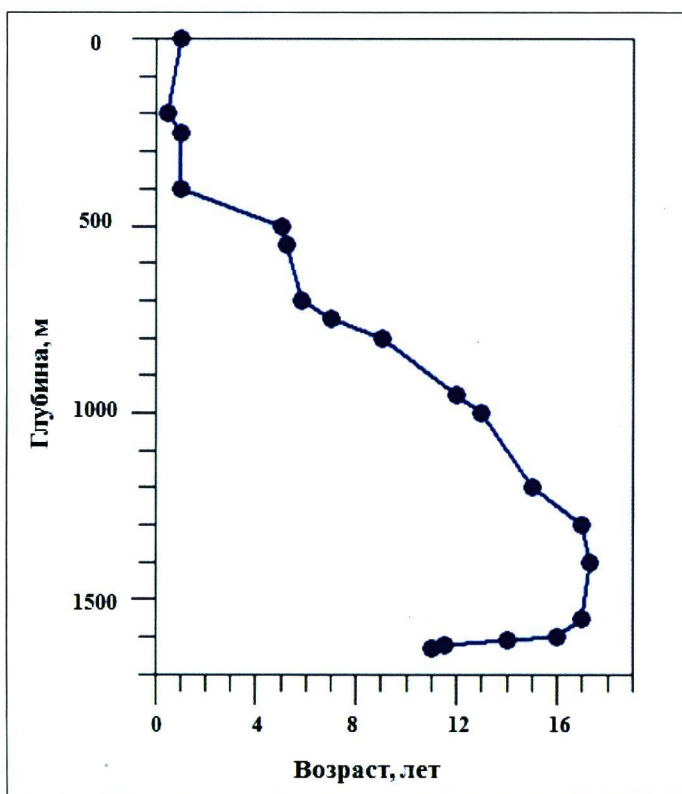
*М.А. Грачев «О современном состоянии экологической системы озера Байкал», 2002, с. 107-118.*



(Слайд) Далее одна из работ, которую мы сделали, очень важная, оставила большой след в истории изучения Байкала, – определение механизма перемешивания глубинных байкальских вод. Дело в том, что воды Байкала ветер не может перемешать до самого дна, а между тем все его воды до самого дна насыщены кислородом.

Эта работа выполнялась совместно с организацией «Госгидромет» и совместно с американцами.

Был определен возраст байкальской воды на разных глубинах. Оказалось, что вода ядра Байкала была на поверхности 16 лет назад. А та вода Байкала, которая у самого дна, появилась только 8 лет назад. То есть ядро Байкала находится в таком состоянии, что может очищаться живущими там организмами в два раза больше времени, чем вода придонная.



Слайд 6. «Возраст» вод Байкала на разных глубинах – время, прошедшее с момента пребывания водной массы на поверхности озера Байкал. «Возраст» придонной воды в южной котловине равен 8 годам, «возраст» воды ядра Байкала – 12–16 лет. Данные Weiss et al., 1991, цит. по М.А. Грачев «О современном состоянии экологической системы озера Байкал», 2002, с 48.

(Слайд) На этой основе впоследствии нами был получен патент на технологию производства глубинной байкальской питьевой воды. Вода ядра оказалась самой чистой, самой удобной для производства. К настоящему времени по нашей лицензии выпущено этой воды небольшими фирмами на общую сумму 1,5 миллиарда рублей. Не так давно действие патента на глубинную байкальскую воду закончилось.

Теперь несколько слов об аналитической химии. В 80-ые годы бытовало мнение, что Байкал уже очень сильно загрязнен, что спустя несколько лет он буквально умрет, что в нем в разных местах плавают пятна разных загрязнителей. Но, к счастью, это оказалось совершенно не так.



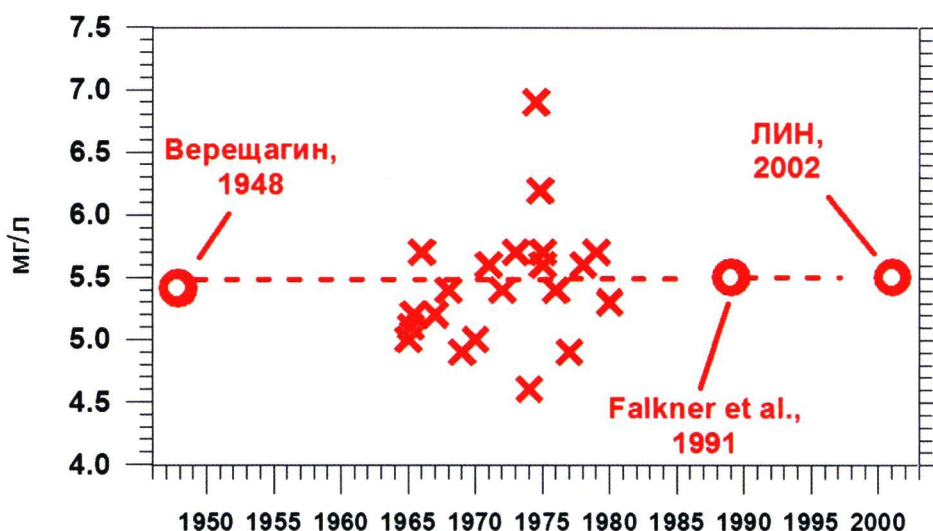
*Слайд 7. Бутилированная глубинная питьевая вода Байкала. Выпускается несколькими частными компаниями по технологии, разработанной в Лимнологическом институте Сибирского отделения РАН. Компании купили у Института лицензии – право на использование его патентов. Общий объем продаж превысил 1,5 млрд. руб.*

(Слайд) Здесь видны результаты измерений по этой программе одного из главных ионов Байкала – сульфата.

Обратите внимание на две точки. Одна точка – это Верещагин, работа 30-ых годов, где мерили сульфат старинным методом с хлористым барием. И работа Фолкнер, американской экспедиции 1989 года. Видно, что эти данные совпадают.

То, что намерила сеть «Гидромета», показано крестиками. Совершенно очевидно, что Байкал так себя вести не мог. Речь идет просто об ошибке эксперимента. Позднее это было однозначно доказано.

Еще в конце 1960-ых годов была создана специальная государственная программа мониторинга Байкала.

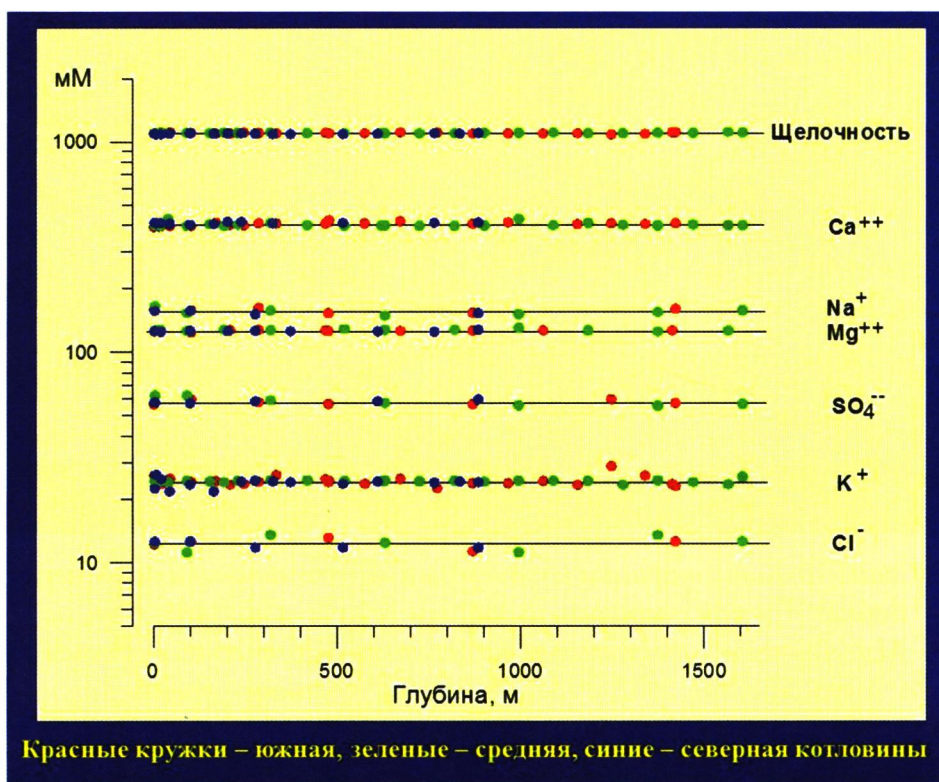


Слайд 8. В 1965-1987 гг. под эгидой Госкомгидромета СССР осуществлялась государственная программа мониторинга озера Байкал. Показана часть данных, полученных при определении концентрации сульфат-иона. Обращает на себя внимание большой разброс точек, который не связан с изменением состава вод Байкала, а является следствием недостаточной точности использованного метода анализа. Приводятся также данные Г.Ю. Верещагина (1948 г.), Falkner et al. (1991) и Т.В. Ходжер и др. (2002). Г.Ю. Верещагин пользовался неудобным трудоемким старым аналитическим методом, который, однако, дал точный результат (см. ниже). Falkner et al. и Ходжер Т.В. использовали современные точные методы и получили такие же результаты, как и Г.Ю. Верещагин.



(Слайд) Нами были поставлены современные аналитические методики. Некоторые методики оригинальные, основанные на жидкостной хроматографии. Оказалось, что содержание сульфата на всех глубинах Байкала, во всех трех котловинах совершенно одинаково. Различие минерализации крайнего северного Байкала, среднего и южного составляет не более 1,5 процентов.

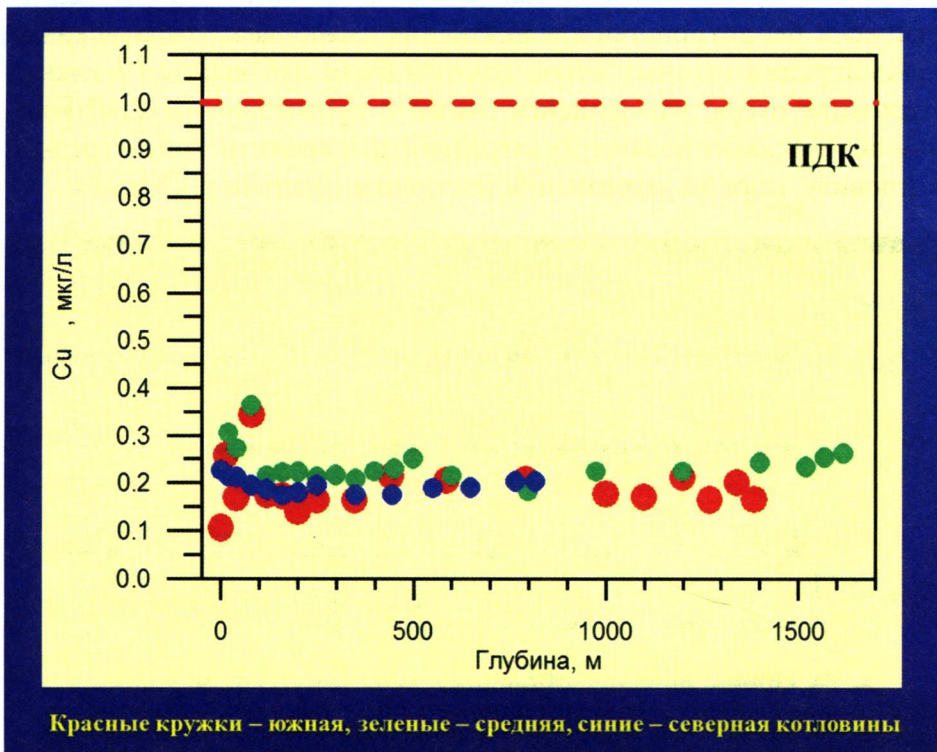
Вы видите эти линии прямые. Они параллельны оси абсцисс. Ясно, это может означать только одно – если Байкал загрязнен, то очень мало, потому что если он загрязнялся, то загрязнена была бы в первую очередь южная котловина, самая близкая к промышленности, если бы антропогенное изменение имело место, повышенные концентрации главных ионов должны были наблюдаться в южной котловине озера, находящейся ближе к промышленным источникам переносимых по воздуху загрязняющих веществ, либо в средней котловине, если бы загрязнения поступали с водами р. Селенги.



Слайд 9. Щелочность и концентрация главных ионов в водах Байкала. Концентрации главных ионов одинаковы во всех котловинах озера и на всех его глубинах, что свидетельствует об отсутствии значительных антропогенных изменений.

(Слайд) Очень много разногласия было по поводу тяжелых металлов. На слайде показано распределение ионов меди. То, что давали данные официальных служб, во-первых, было на один - два порядка выше. Во-вторых, пунктирной линией обозначена предельно допустимая концентрация, так называемая, рыбохозяйственная.

Видно, что в Байкале концентрация ионов меди намного ниже. То же самое относится и к другим тяжелым металлам и редким элементам. Они распределены равномерно по Байкалу и имеют очень низкую концентрацию.



Слайд 10. Концентрации ионов меди в трех котловинах вод озера Байкал. График построен по данным Falkner et al., 1988, цит. по М.А. Грачев «О современном состоянии экологической системы озера Байкал», 2002, с 12-20. Красный пунктир – российская рыбохозяйственная ПДК.

(Слайд) Здесь показана наша антарктическая экспедиция.

Если концентрация солей в байкальской воде составляет около 120 мг на литр, то общая минерализация воды Антарктиды на 2–3 порядка ниже.

Институт вышел за пределы Байкала по применению этих методик. В последнее время они работают в Арктике и Антарктике.

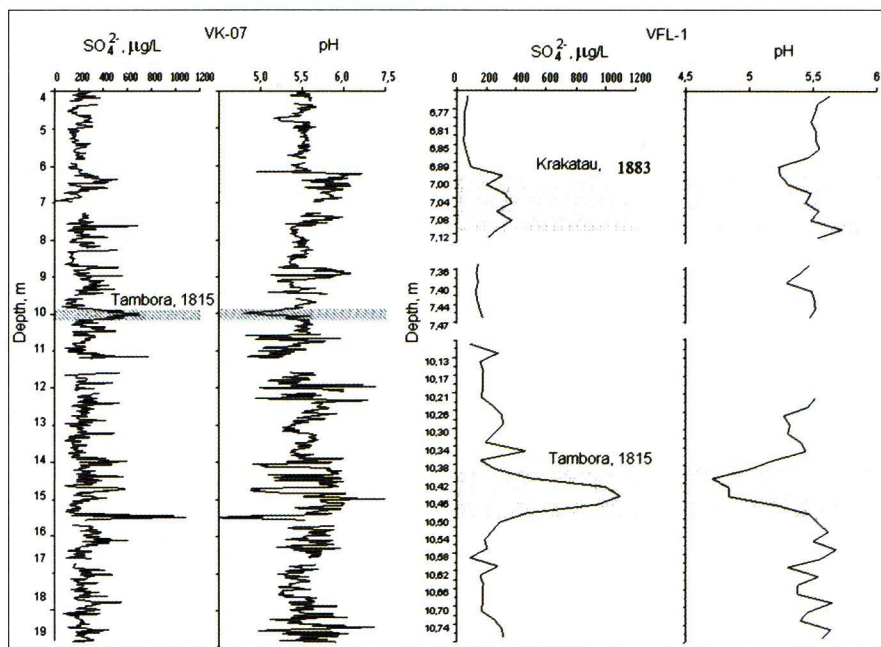




Слайд 11.  
Лагерь  
Лимнологического  
института в  
Антарктиде,  
станция  
Беллинсгаузен,  
2011 г.

(Слайд) Здесь отображены пики сульфата и пики повышенной кислотности. Эти времена, 1815 год и 1883 год, соответствуют извержениям вулканов в Индонезии – Кракатау и Тамбора. Тамбора – 1815 год, 1883 год – Кракатау.

То есть наши методы пригодились в Антарктиде. Мы сейчас этими методами пользуемся. И дальше будем участвовать в программе «Арктика» и в программе «Антарктика».



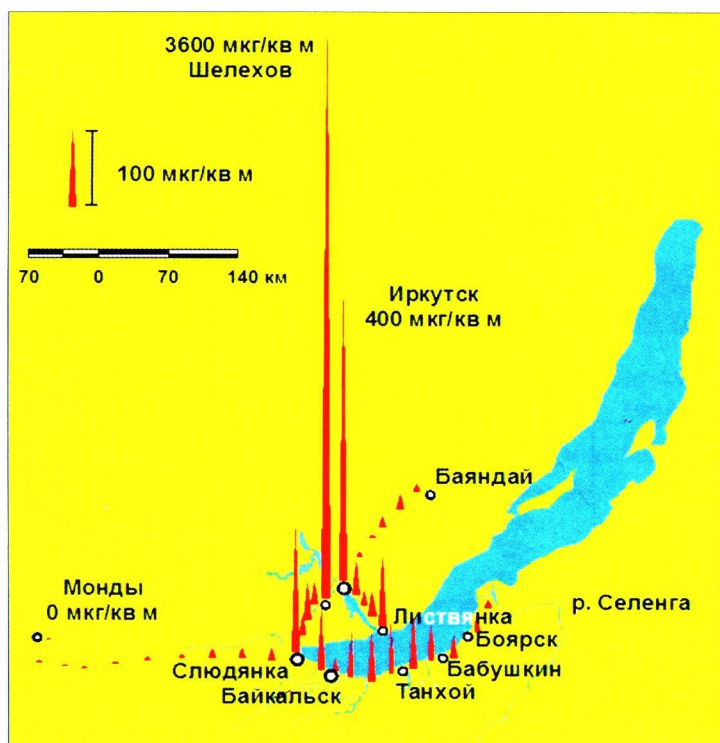
Слайд 12. Следы вулканических извержений в антарктическом фирне – эпизоды повышения концентрации ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  и понижение pH. Совместная экспедиция Лимнологического института Сибирского отделения РАН и Арктического и антарктического научно-исследовательского института Роскомгидромета.



(Слайд) На слайде 13 показано, как распространяются в мартовском снеге полиароматические углеводороды – вредные вещества, которые получаются при сжигании топлива. Ветер несет эти вещества из промышленного района в сторону Байкала. Но их концентрация в мартовском снеге неуклонно падает, так что они доносятся примерно до середины пути между Листвянкой и Иркутском, в 35 километрах не долетают до Байкала.

Нужна ли нам зона атмосферного влияния, учитывая ту карту, которую вы видите? Наверное, не нужна.

Но, естественно, один институт, один человек, тем более, и даже коллектив недостаточно квалифицированных людей не может взять на себя ответственное решение – изменение границ зоны атмосферного влияния и буферной зоны Байкальской природной территории. Нужна коллективная экспертиза под эгидой Российской академии наук. Это может дать значительный экологический, и социальный эффект, позволит сэкономить те средства, которые российский налогоплательщик готов отдать на охрану Байкала, в том случае, если эти меры действительно могут Байкалу реально помочь. Еще раз вспомним, что в Байкале содержится 90% поверхностных пресных вод России.

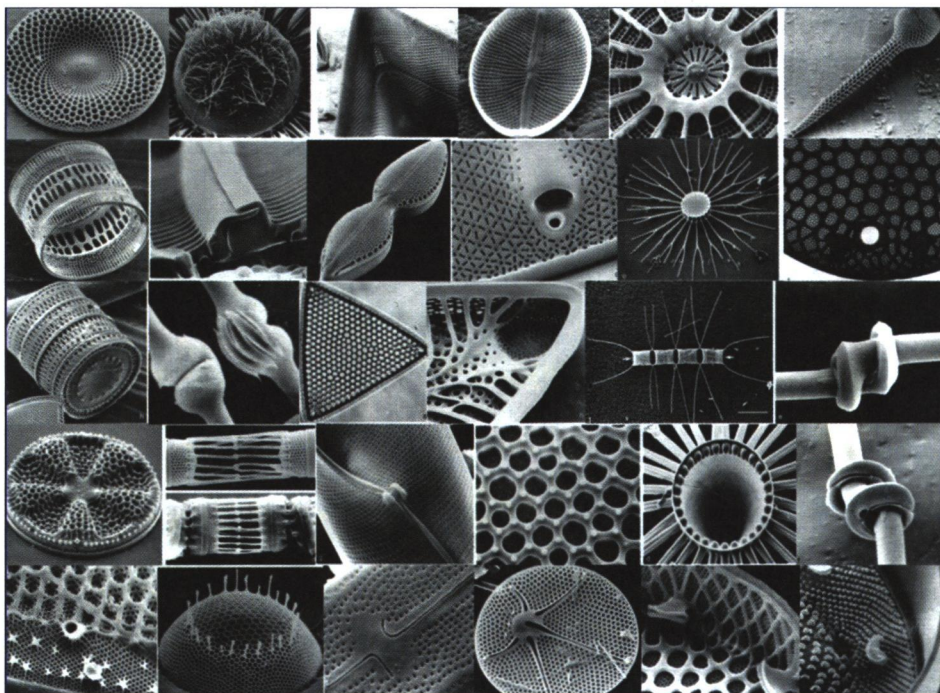


Слайд 13. Полиароматические углеводороды в снеге.

(Слайд) Я должен показать красивую картинку. Это кремнистые скелеты, так называемых, диатомовых водорослей, взятых из самых разных уголков Земного шара.

Это очень мелкие, одноклеточные водоросли. У них кремнистый экзоскелет, который имеет очень причудливую форму. Эта форма строго запрограммирована в геноме. Общее число видов, по некоторым данным, составляют сотни тысяч. Их скелеты очень хорошо сохраняются в осадках морей и озер и служат индикатором изменения палеоклиматов. Это фотосинтетические организмы.

Вы видели стабильность различных химических показателей в водах Байкала, в его пелагической открытой части. Совсем не так ведут себя некоторые организмы.

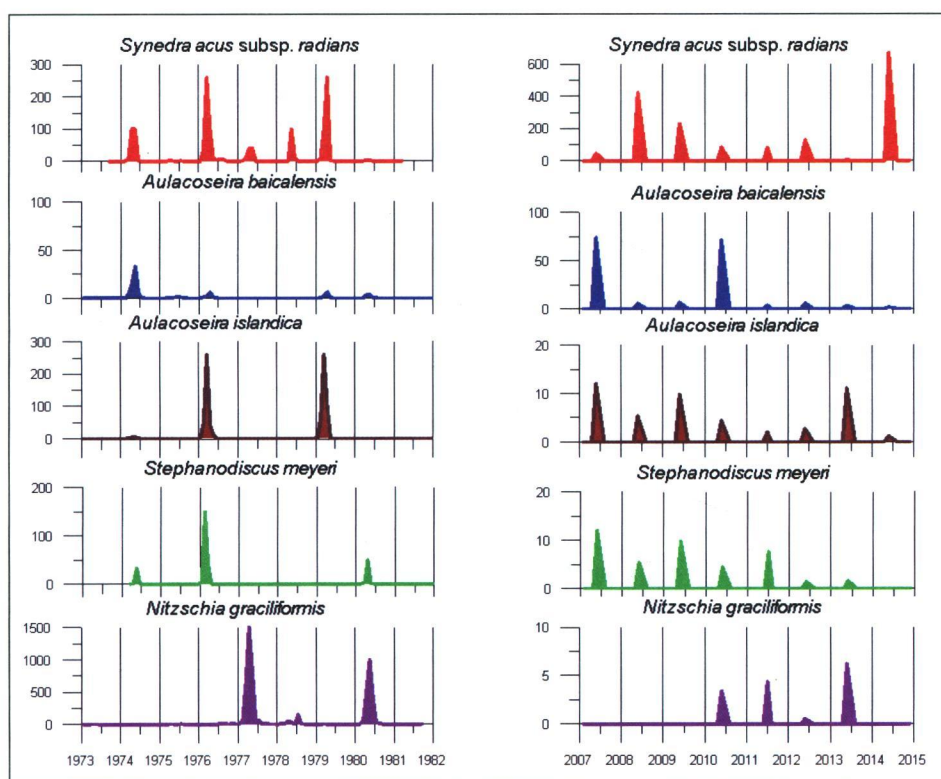


Слайд 14. Кремнистые экзоскелеты диатомей из разных водоемов.

Рисунок предоставил М. Хильдебрандт, Институт имени  
Скриппса, Сан-Диего, Калифорния.

(Слайд) Например, здесь распределение пяти видов диатомовых водорослей в разные временные периоды в пелагической части Байкала. В разные годы одни виды сменяют другие виды. Это происходит без всякой системы.

В течение 50 лет пытались придумать какой-то предиктор, от чего же зависит смена видов диатомовых водорослей. Определить это не удалось. Видимо, объясняется это тем, что Байкал представляет собой сложную математическую систему, где крайне трудно выделить (а, может быть, принципиально невозможно) причины и следствия. Причины такого быстрого ежегодного изменения состава доминирующих диатомовых водорослей и мы не нашли.



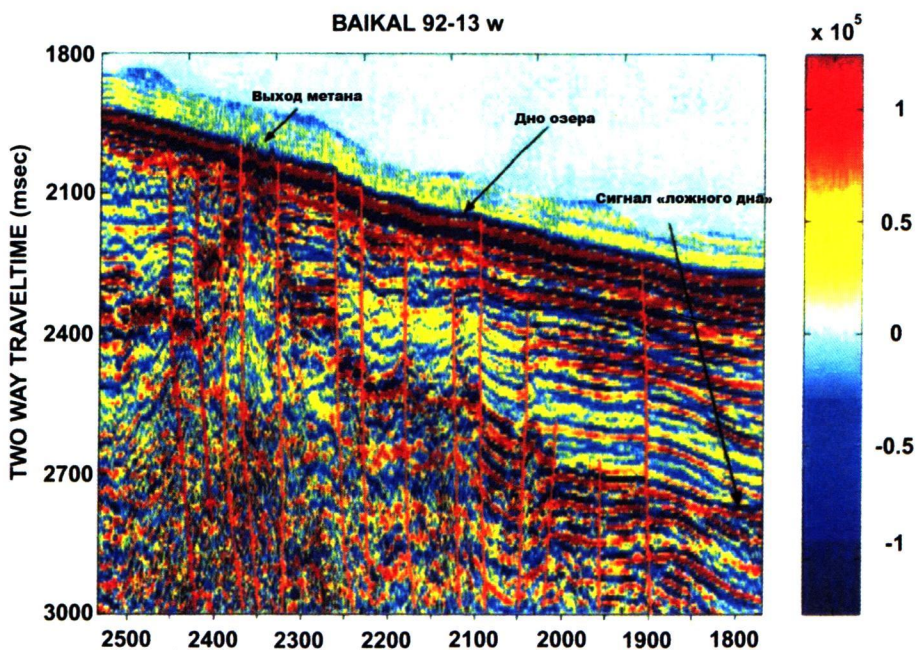
Слайд 15. Динамика изменения концентрации диатомей в некоторые годы. Антипова, 1969, цит. по цит. по М.А. Грачев «О современном состоянии экологической системы озера Байкал», 2002; Усольцева М.В. неопубл.



(Слайд) Перейду к геологической проблеме, к проблеме палеоклиматов. В 1989–1991 гг. российские ученые Гольмшток и Зоненштайн проводили исследования вместе с американскими коллегами. Инструменты были советские (то есть была коса, был наш теплоход, было многоканальное сейсмопрофилирование), а обработка данных производилась в Америке.

Здесь представлена сейсмограмма, которая показала, что общая толщина байкальских осадков достигает 8 км, подтвердила еще раз, что возраст его – около 25 млн. лет. Кроме того, с помощью этого метода были выделены т.н. рефлекторы, симулирующие дно.

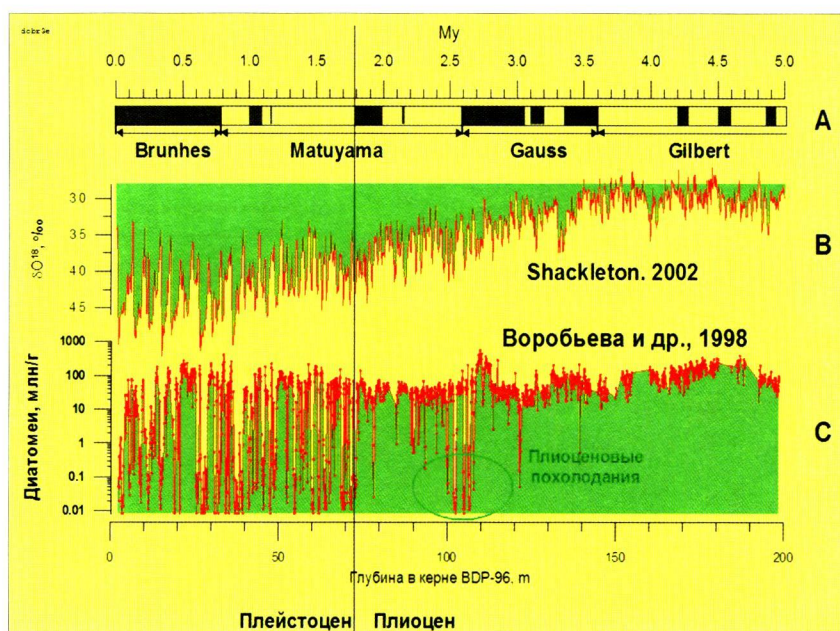
Слева на картинке можно увидеть горб, который поднимается вверх. Это нижняя кровля т.н. газовых гидратов, – о них я скажу дальше. Осадок слоистый, осадок накапливался очень равномерно. Стало ясно, что он очень хорошо подходит для расшифровки палеоклиматов Центральной Сибири, чем мы впоследствии и занялись в контакте с коллегами из России и других стран мира.



Слайд 16. Профиль многоканального сейсмопрофилирования байкальской осадочной толщи. В левой верхней части можно наблюдать «холм» кровли поверхностных газовых гидратов (Гольмшток, Зоненштайн, Хатчинсон, 1991 г., неопубл.).

(Слайд) Здесь показана сложная картинка, на которой сверху – магнитная шкала, на которой показаны точки магнитных инверсий, перемены Северного и Южного полюсов. Они хорошо датированы. Затем показана знаменитая картинка английского ученого Шеклтона, – это изменение климата по данным измерения содержания изотопа  $O^{18}$  в скелетах океанических фораминифер. Далее показана байкальская летопись диатомовых. Общая протяженность этой летописи – 5 млн. лет. Длина керна, который был добыт в рамках программы «Байкал-бурение» в контакте с академиком Кузьминым и с американскими коллегами, достигала 200 м.

Вы видите, что в правой, древней части керна изменения не столь резкие и не столь частые, как в левой части. Левее – 1,8 млн. лет до нашего времени это ледниковой период. Вы видите, что в это время диатомовые совершали очень резкие скачки численности – от 100 штук на грамм до 200 млн. штук на грамм. Наше открытие состояло в том, что содержание диатомей в байкальских осадках является наиболее сильным сигналом меняющихся климатов.



Слайд 17. Байкальская диатомовая осадочная летопись палеоклиматов в сравнении с мировой климатической кривой. А – палиомагнитная датировка. Общая длина керна 200 м, возраст керна по палеомагнитным данным 5 млн. лет. В – океаническая осадочная летопись палеоклиматов. С – байкальская диатомовая летопись; логарифмический масштаб, концентрации створок диатомей варьируют в диапазоне от  $>100$  клеток/г в периоды ледниковый и до 200 млн. клеток/г в периоды теплых климатов.

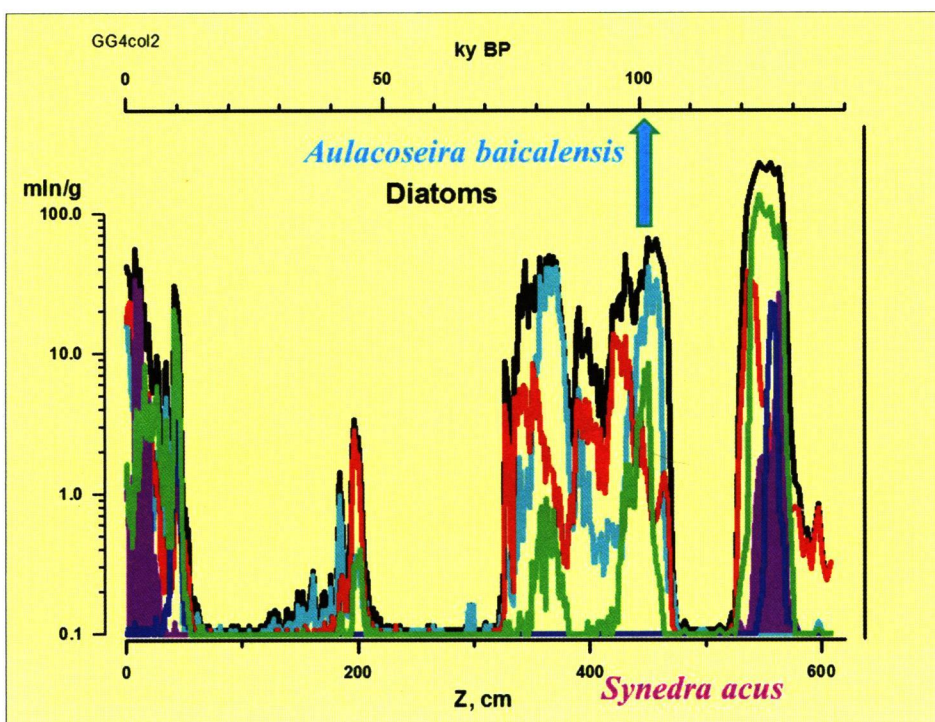
Проект «Байкал – Бурение» (Гольдберг и др., 2005).



(Слайд) Здесь показана та же диатомовая летопись только в другом масштабе. Розовым цветом выделено содержание диатомовой *Synedra acus*. Общий возраст этого керна – 130 тыс. лет.

В районе 100 тыс. лет показан пик водорослей *Aulacosira baicalensis* – байкальского эндемика. Оказалось, что он появился всего 100 тыс. лет назад, то есть совсем недавно, почти в наше время. Видно, что другие водоросли (их пять видов) сменяли друг друга.

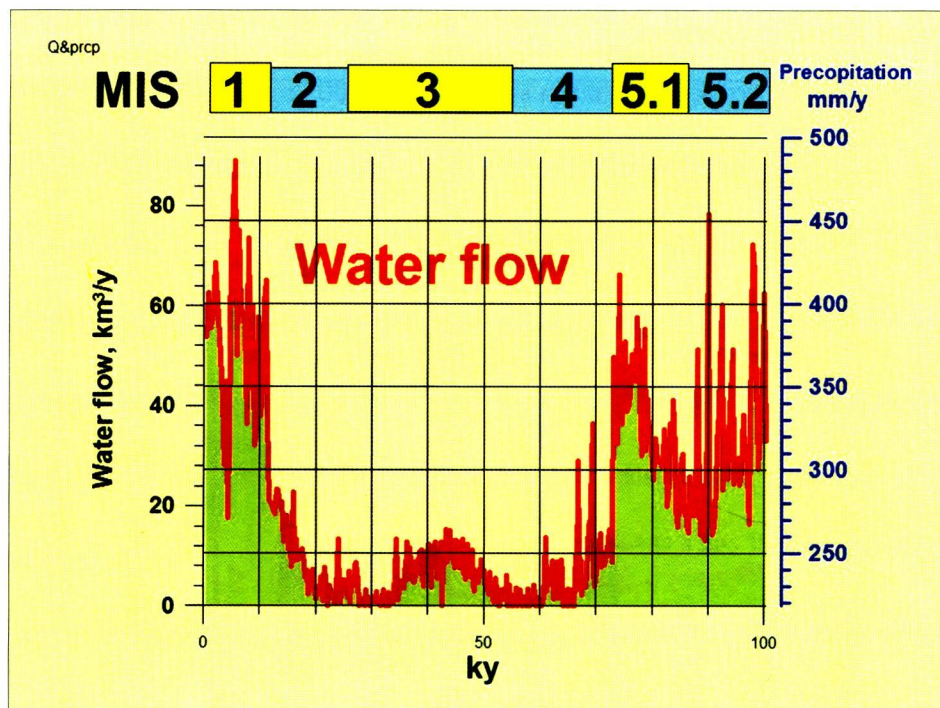
Можно сказать, что *Synedra acus* была приурочена к наиболее теплым фазам климата. То есть, в отдельные годы она могла присутствовать или отсутствовать в масштабе лет, а здесь в масштабе тысячелетий она вела себя более прилично, хотя тоже сильно колебалась. И возраст 3 тыс. лет это, т.н. «голоценовый оптимум», – самый теплый климат голоцена.



Слайд 18. Содержание диатомей шести видов в керне осадков озера Байкал возрастом 130 тыс. лет. Можно видеть, что на тысячелетних промежутках времени состав диатомей в Байкале сильно изменялся. Розовым цветом показано содержание *Synedra acus*, которая доминировала в периоды наиболее теплых климатов (Воробьева и др., неопубл.).



(Слайд) Здесь показана расшифровка климата, которую мы сделали, опираясь на радиоизотопный метод. Этот метод основан на измерении соотношения изотопов  $U^{234}$  и  $U^{238}$ . Нам удалось создать математическую модель, из этой математической модели был сделан вывод, что главное, что менялось на этой территории во время глобального изменения климата, – влажность, а не только температура. В самый теплый период голоцена сток Байкала составлял  $100 \text{ км}^3$  в год, в наши дни он составляет  $60 \text{ км}^3$  в год, а в периоды максимальных похолоданий (скажем 18 тыс. лет назад) Байкал был бессточный, по другим данным он имел уровень на 30–50 м ниже современного, и диатомовых, по крайней мере в его пелагической части, не было.

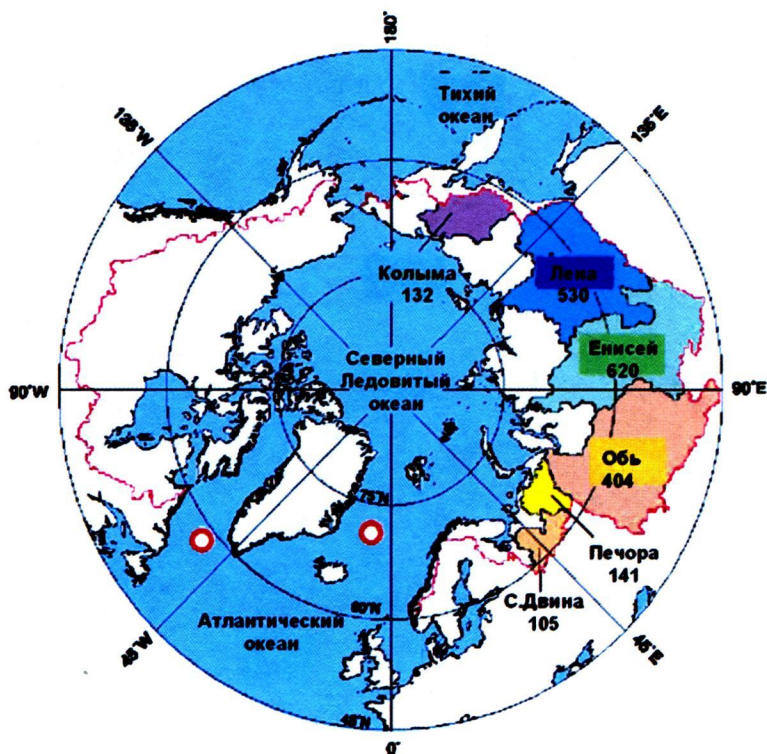


Слайд 19. Динамика изменений стока из р. Ангара за последние 130 тыс. лет ( $\text{км}^3/\text{год}$ ), расшифрованная по результатам определения изотопов  $U^{238}$ ,  $U^{234}$  и  $Th^{230}$  (Гольдберг и др., 2005).

(Слайд) Это очень важный вывод. Дело в том, что проблема палеоклиматов в научном, фундаментальном плане до сих пор до конца не решена. Почему так происходит, почему диатомовые исчезали? Теперь мы знаем, что, наверное, из-за влажности, наверное, не поступали биогенные элементы, потому что Селенга не текла. Тем не менее, точная причина этого нам неизвестна.

Между тем, в палеоклимате существует такое понятие, как «циклы разной продолжительности»: есть астрономические циклы Миланковича, о которых я говорить не буду, есть еще т.н. «тысячелетние циклы» с периодом порядка 1800 лет. Климат становится то теплым, то холодным.

Если начать с теплого климата, то причина довольно простая: когда климат теплый, с севера Атлантики вода тоже теплая, испаряется много влаги, эта влага несет тепло и влагу в Европу, в Италию, эта влага доходит до Центральной Сибири, великие сибирские реки начинают течь быстрее, заполняют Северный ледовитый океан, вытягиваются «языком» пресной воды в сторону Исландии, закрывают теплую океанскую воду, которую подает Гольфстрим, наступает похолодание, иссушение, сибирские реки текут медленнее, наступает ледниковье. Таков цикл. Он не всеми принят, но такая точка зрения существует. Она соответствует тому, что мы видим на Байкале.



Слайд 20. Колебания водности великих сибирских озер (цифрами показана современная водность) вследствие колебаний переноса влажного воздуха в Сибирь из Северной Атлантики могут быть причиной, так называемых, тысячелетних колебаний климата.



(Слайд) Наш институт не так велик. В нем всего 340 человек, из них около 150 – научные работники. Он занимается не только проблемами климата и лимнологии.

Одно из главных наших занятий – биология. Для того чтобы работать на Байкале, нужно, прежде всего, уметь идентифицировать виды, а справочников по этим видам в конце 80-ых гг. было совсем мало.

Присутствующий здесь профессор О.А. Тимошкин взял на себя труд выступить редактором атласов-определителей. Сегодня этих определителей уже больше двадцати. Вы видите эти книги, показанные на экране. Без них идентифицировать виды и вести мониторинг практически невозможно.

Были поставлены работы по молекулярной биологии.

Я уже говорил, что диагноз собачьей чумки мы поставили с помощью метода ПЦР, когда полимеразная цепная реакция была в новинку. Она была открыта в 1984 году.



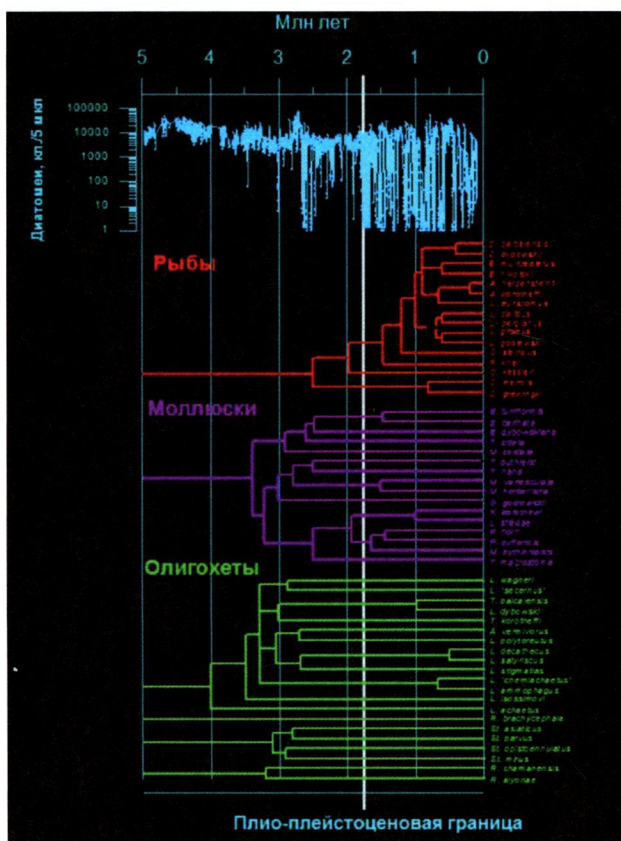
Слайд 21. Атласы-определители байкальских организмов, изданные под эгидой Лимнологического института Сибирского отделения РАН.



(Слайд) Далее показаны результаты исследования множества видов Байкала тоже с помощью методов молекулярной биологии. Оказалось, что те виды, которые не прочно прикреплены ко дну, самые древние, приближаются к возрасту самого Байкала, – более десяти миллионов лет.

Виды, которые всю свою жизнь проводят в состоянии, прикрепленном к одному месту, это виды плиоценовые – от 5 до 2 миллионов лет назад и, наконец, все байкальские рыбы – 29 эндемиков, плюс рыбы костистые обыкновенные – омуль, сиговые и т.д. – это все произошло в пределах 2,5 миллионов лет назад. Это очень обобщенные результаты большого числа работ, которые были выполнены.

Теперь мы вернемся к водоросли *Synedra acus*. Это один из главных наших объектов исследования. Длина ее 100-150 микрометров, толщина около 5 микрометров. Это очень маленький организм, но очень сложно устроенный.

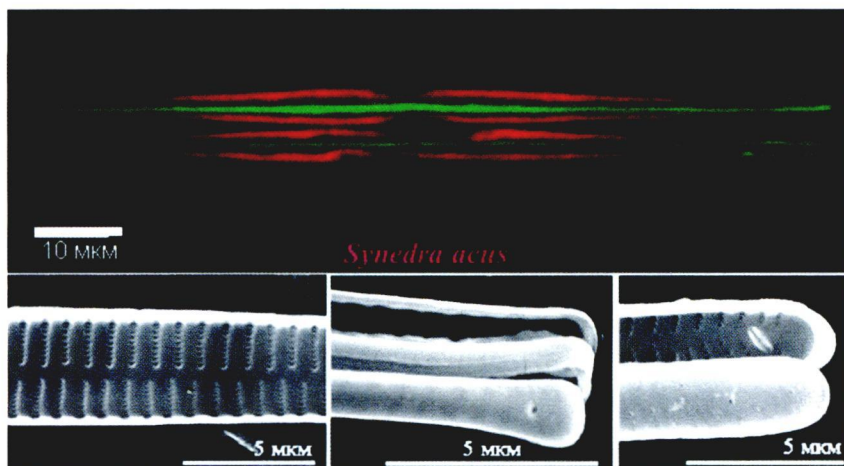


Слайд 22. Установленные методами молекулярной биологии образования букетов видов байкальских эндемиков (по данным Щербакова Д.Ю., 2015).

(Слайд) Это наш модельный объект. Красная краска – хлоропласт, зеленая краска – специальная прижизненная краска для растущей кремнистой створки.



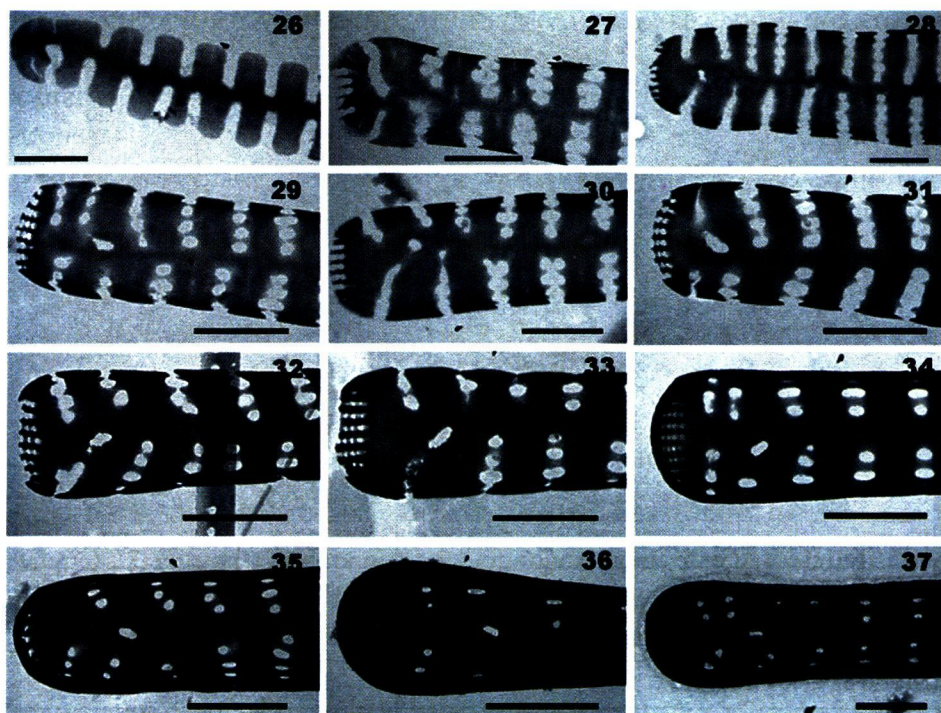
Слайд 23. Микрофотография живой диатомеи *Synedra acus* в культуре.



Слайд 24. Микрофотография живой диатомеи *Synedra acus* на стадии формирования дочерних створок (сверху, зеленый) и фрагменты кремнистого панциря (внизу).



(Слайд) Здесь показаны некоторые этапы индивидуального развития. Они иллюстрируют сложность структуры кремнистого панциря *Synedra acus*. На ней видны сложные узоры пор ареол, краевые поля ареол, двугубые выросты и т.д. Это очень сложно устроенный организм.



Слайд 25. Микрофотографии кремнистых створок диатомеи *Synedra acus* на разных стадиях развития. Просвечивающая электронная микроскопия (Kaluzhnaya et al., 2007).

Мы поставили перед собой задачу около десяти лет назад попытаться найти связь между геномом и этой удивительной структурой, которая целиком зависит от генома. Это не кристалл. Это очень похожие друг на друга отдельные индивидуумы.

Много было сделано работ по молекулярной биологии рибосомальной РНК, по отдельным ферментам. Недавно мы расшифровали полный геном нашей *Synedra acus* и опубликовали результаты в журнале «Доклады Академии наук».

В мире расшифрованы полностью и опубликовано геномы только двух видов морских водорослей. Готовы к опубликованию еще три или четыре вида. Наш вид отличается тем, что он пресноводный, бесшовный пеннатный. Если взять генетическое расстояние от этого



вида до другого вида, который был расшифрован вторым, шовного пеннатного, то оно такое, как между дрозофилой и человеком.

Диатомовых много. Кажется, что они похожие, а такое громадное различие – дрозофила и человек. Представьте себе их эволюционную историю.

Общая длина этого генома составляет почти 98 миллионов нуклеотидов. К настоящему времени нами расшифрован черновой геном. Теперь это нам позволит подойти к проблеме отложения кремнезема, к механизму формирования этих геометрически правильных кремнистых структур уже с новым инструментарием полной геномной молекулярной биологии. Всех проблем мы с помощью этого метода не решим, но многие решить постараемся.

Основные характеристики ядерных геномов диатомей (класс)			
	<i>T. pseudonana</i> * (центрические)	<i>Ph. tricornutum</i> * (пеннатные шовные)	<i>S. acus</i> subsp. <i>radians</i> (пеннатные бесшовные)
Размер генома, млн п. н.	32.4	27.4	<b>98.4</b>
	Белок-кодирующие гены		
Число предсказанных генов	11 390	10 025	<b>11 184</b>
Число экзонов	28 910	17 992	<b>22 633</b>
Среднее число экзонов на ген	2.54	1.79	<b>2.02</b>
Средняя длина гена, п. н.	1 561	1 514	<b>1 782</b>
Средняя длина экзона, п. н.	612	842	<b>696</b>
Средняя копийность UCEG	1.30	1.29	<b>1.71</b>

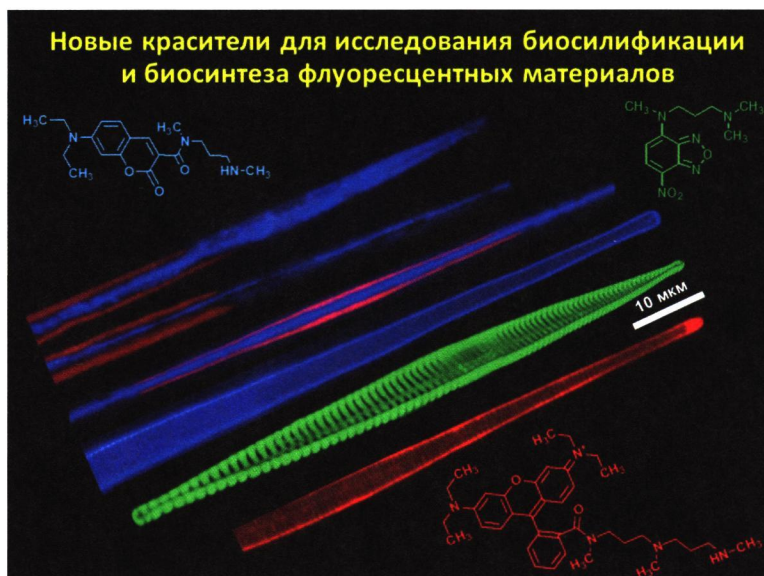
Слайд 26. Предварительные результаты расшифровки полного генома диатомеи *Synedra acus* (Галачьянц и др., ДАН, 2015).

(Слайд) Мы разработали специальные прижизненные красители, и их синтезировали наши химики. Они позволяют окрашивать растущую кремнистую створку диатомеи в разные цвета. Мы надеемся, что это рано или поздно может пригодиться и в фундаментальной науке, и в практике.

Следующий раздел моего доклада будет посвящен газовым гидратам.

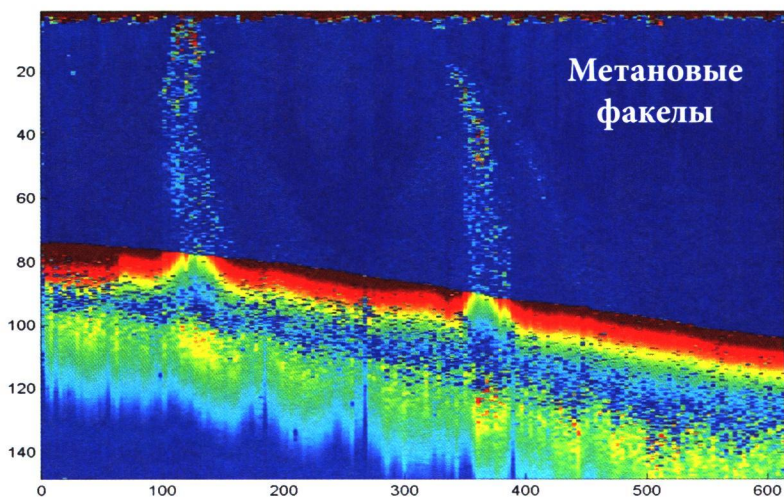
В Байкале найдены огромные залежи газовых гидратов. Больше ста проявлений газовых гидратов – это метановые факелы огромной

высоты – до 900 метров, пронизывают всю водную толщу Байкала, в некоторых местах почти доходят до поверхности. Они растворяются в воде. И в воде их съедают специальные метанотрофные организмы, так что реальная концентрация метана в воде со временем не растёт.



Слайд 27. Прижизненная окраска створок *Synedra acus* различными красителями, ковалентно присоединенным к некоторым положительно заряженным аминам (Анненков и др., неопubl.).

(Слайд) Это метановые факелы.



Слайд 28. Извержения газообразного метана со дна Байкала. Обнаружены методом эхолокации. Их высота может достигать 900 м.



(Слайд) Это осадки Байкала (черные), в которых (белые) газовые гидраты. Это комплексы молекул метана с шестью молекулами воды –  $\text{CH}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Они представляют собой специальной формы кристаллы, существуют при давлении больше 40 атмосфер и при невысокой температуре. А при атмосферном давлении, при комнатной температуре они довольно быстро распадаются и дают метан и воду. Считается, что это топливо будущего.

Мировые запасы метана в газовых гидратах огромные, во много раз превышают запасы всех обычных газовых месторождений. Но человечество не умеет газовые гидраты добывать экономически разумным способом.

Одна из задач, которую мы поставили на Байкале вместе с нашими японскими коллегами и коллегами из других российских институтов, – поставить пилотную добычу метана из Байкальских газовых гидратов. Конечно, на Байкале никто не будет разрабатывать месторождение. Это крайне опасно для экосистемы: нарушим весь донный осадок. Но пилотный эксперимент сделать можно. И некоторые успехи на этом пути у нас есть.



Слайд 29. Белые объекты – осколки газового гидрата, обнаруженные в поднятом на поверхность керне донных осадков.

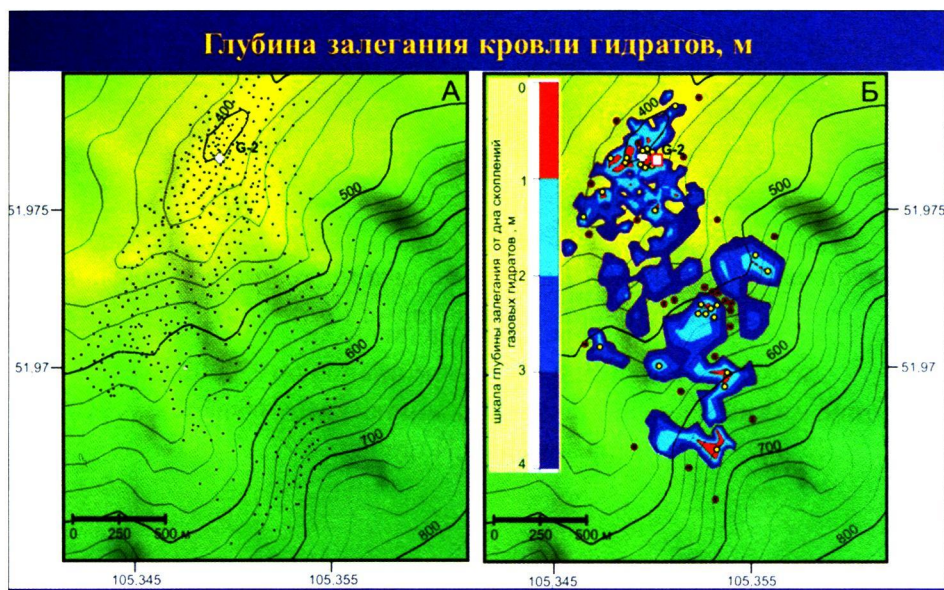
(Слайд) Это метан горит на руках у Олега Хлыстова, одного из наших самых молодых сотрудников, изучающих газовые гидраты.



Слайд 30.  
Подожженный  
образец байкальского  
газового гидрата.

(Слайд) С помощью специального аппарата – пенетromетра мы померили слой осадков, которые покрывают газовые гидраты. Если бы газовые гидраты лежали прямо на поверхности дна, то они бы просто растворились. Они закрыты слоем осадков. Оказалось, что толщина этих осадков от 0,5 до 2 метров. В крайне редких случаях проплешины метана выходят на поверхность.

Еще важно отметить, что на Байкале имеется множество газовых грязевых вулканов, из которых извергается метан.

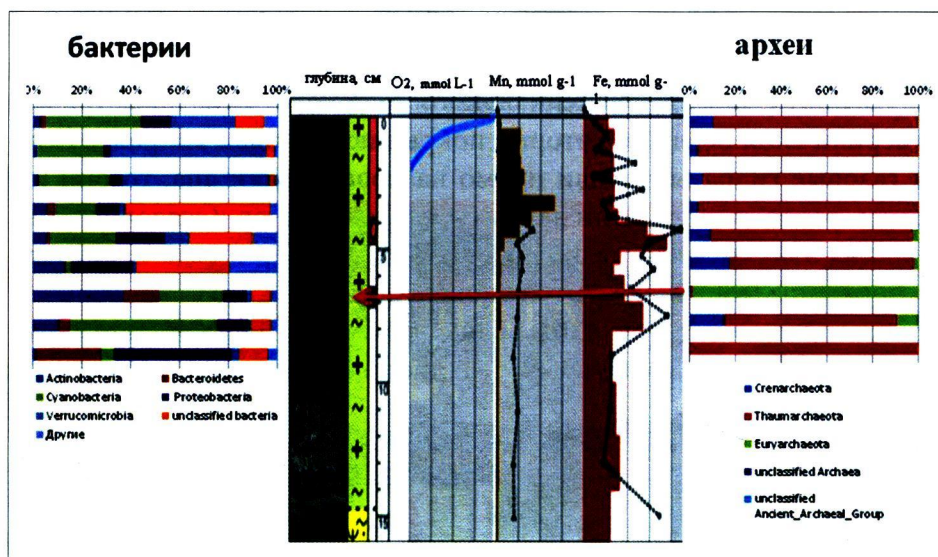


Слайд 31. Зондирование толщины слоя байкальского донного осадка, лежащего поверх кровли слоя гидрата метана (Хлыстов и др., 2014).



(Слайд) Был взят верхний слой байкальского осадка, и к нему был применен метод, т.н. метагеномного анализа. Это метод, который позволяет в одной пробе одновременно идентифицировать десятки тысяч микроорганизмов.

Привести картинку в 10 тыс. видов невозможно, поэтому здесь приводятся только очень крупные таксоны. Очень интересно, что верхняя окисленная часть осадка имеет совершенно иной микробный состав, чем следующая марганцевая корка; дальше опять другой состав, где нет ни марганца, ни железа; дальше идет железная корка, где окисленный слой железа; здесь опять другой состав. Похоже, что именно в этой области синтезируется метан, на глубоких горизонтах. Дальше идет байкальский осадок, в котором марганец и железо еще не восстановлены, остаются в растворе и корок не образуют.



Слайд 32. Результаты метаногеномного анализа.

Разнообразие микробных сообществ в осадках Южного Байкала до глубины 9 см с шагом в 1 см с помощью массового параллельного секвенирования (платформа Roche 454).

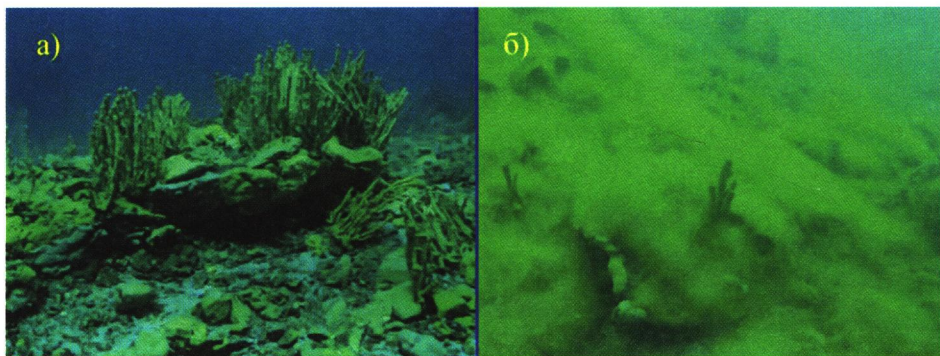
(Слайд) Теперь я приступлю к главной теме моего доклада, ради которой я сюда приехал, и надеюсь привлечь к этому ваше внимание.

В течение всего XX века на Байкале ни разу не наблюдалось крупномасштабного изменения экосистемы продолжительностью более одного года.

Я показывал картинки, когда есть весенний пик фитопланктона диатомовых водорослей. Но такие «цветения» диатомей продолжают-ся всего один сезон. Эпидемия нерпы продолжалась около двух лет.

И вот, на старости моих лет оказалось, что крупномасштабное изменение экосистемы Байкала имеет место на наших глазах.

До 2010 г. нами проводились исследования (а мы регулярно исследуем берег) в районе поселка Листвянка было обнаружено, что все нормально: растут т.н. рогатковидные губки, разные водоросли, видна чистая вода. В 2011 г. наш водолаз-исследователь Игорь Ханаев сообщил, что все изменилось. В последующие годы изменения продолжились. На картинке 2014 г. справа вы видите, что все покрыто слоем темной нитчатой низшей водоросли (не сразу стало ясно, что это водоросль и какая именно), которая застилает все дно Байкала и которая заполонила буквально все его берега почти по всему периметру озера, особенно в тех местах, где идет контакт Байкала с туристами, где идёт сброс сточных вод.



Слайд 33. Фотографии дна Байкала в районе  
п. Листвянка, мелководье:

- а) 2007 г. до начала массового развития *Spirogyra*;
  - б) 2014 г., наблюдается сплошное зарастание дна нитями *Spirogyra*;
- Фото И.В. Ханаева.



(Слайд) Более того, кроме бурного роста спирогиры, наблюдается гибель байкальских губок.



Слайд 33. в) скопления выброшенных на берег водорослей, более чем на 90%, состоящих из *Spirogyra* (п. Заречный, Северный Байкал, 2013 г.); г) микрофотография нити *Spirogyra*. Фото О.А. Тимошкина.

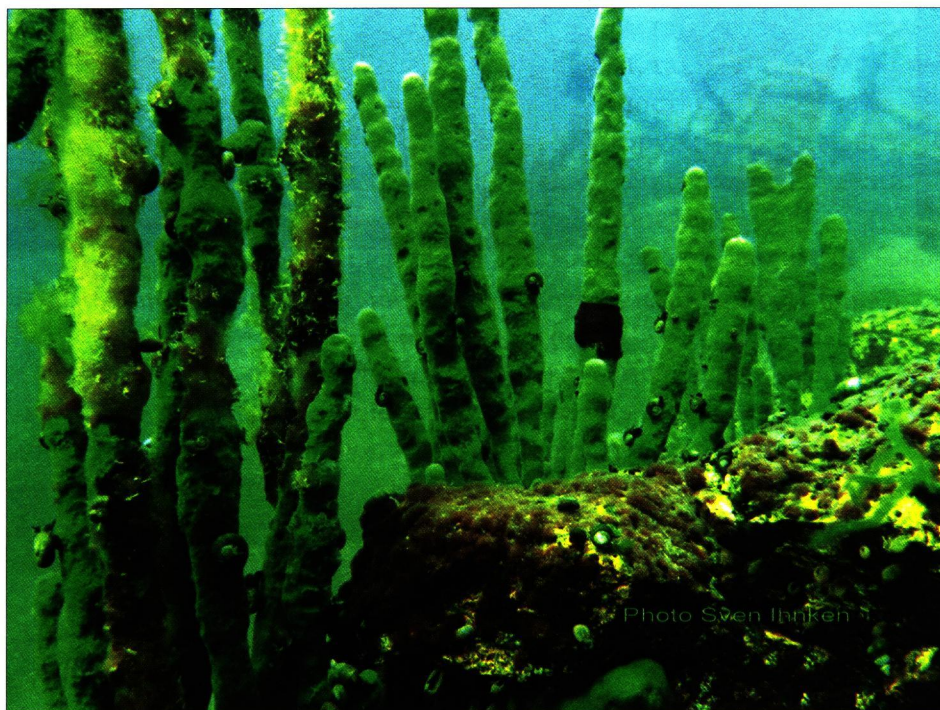
(Слайд) Это тоже гибнущая губка уже при увеличении. Оказалось, что губку атакуют специализированные цианобактерии. Это по крайней мере два вида бактерии, которые имеют некоторое родство к кремнию. Очень большое число губок погибло. Причину этого мы не знаем, но это бедствие всеобщее, которое тоже имеет место почти по всему периметру Байкала.

Мы натолкнулись на проблему роста спирогиры в Листвянке, рядом с нами в 70 км от Иркутска. Буквально спустя короткое время мы получили приглашение от федерального инспектора по охране природы из Новосибирска, который призвал нас ответить, что происходит в Северобайкальске.

Приехав в Северобайкальск, он увидел страшную картину: огромная масса спирогиры выбрасывались штормами на берег, здесь на протяжении 10 км скопилось около 1800 тонн этой отгнившей водоросли, которая очень плохо пахнет. Люди были вынуждены перенести свои дачи, не смогли пить воду, хотя всегда ее пили, и даже коровы и лошади эту воду не пьют.

Оказалось, что в Северобайкальске есть вагонное депо, где в байкальской воде решили мыть вагоны и локомотивы, и успешно справлялись с этой задачей. Долгое время ничего не было, потому что мыли простыми средствами. Потом стали мыть импортными средствами, и мгновенно стала расти спирогира.

Предположительную причину теперь мы знаем. Дело в том, что в новых средствах присутствовали положительно заряженные поликатионы, которые очень ядовиты для всей биоты. Тем самым в очистных сооружениях погубили активный ил. Активный ил перестал захватывать биогенные элементы и перестал вообще работать. Дальше эти биогенные элементы попали сквозь очистные сооружения в речку Тую. Ниже устья течение было прижато к правому берегу, как и должно быть по закону Кориолиса. И все это произошло потому, что в очень узкую полосу мелководья попали избыточные, очень большие для такого маленького объема, количества биогенных элементов – фосфора и азота.



*Слайд 34. Большая губка в прибрежной зоне озера Байкал, 2014 г.*





Слайд 35. Байкальская губка, пораженная цианопрокариотами розового цвета.

В дело вмешалась прокуратура. Без прокуратуры нас вообще никуда не пустили бы, потому что очистные сооружения – частная собственность. Воду мы анализируем, у нас эти анализы не принимают, говорят, что мы не аккредитованы, хотя везде аккредитованы вплоть до Юго-Восточной Азии примерно в 20 странах. Но все-таки мы добились своего, и узнали картину.

Железная дорога довольно быстро исправилась, они перестали мыть там, по крайней мере, вагоны; там, где моют локомотивы, сделали обратное водоснабжение, остатки шлама увозят на территорию Иркутской области. Но зарастание озера спирогирой не остановилось, оно продолжается.

Эти сооружения в Северобайкальске так и не стали по-хорошему работать. Концентрация фосфора понизилась всего до 3 мг/литр. Это очень много, если учесть, что нормальная концентрация фосфора в Байкале 0,015 мг/литр. Активный ил вообще плохо убирает фосфор. Здесь нужны специальные очистные сооружения с добавкой железа или алюминия.

В 2013 и 2014 гг. удалось сделать пять кругобайкальских экспедиций. У нас в институте имеются четыре собственных научно-

исследовательских судна: два больших, одно среднее и одно маленькое. Два судна из наших четырех пять раз мы прогнали по всему Байкалу. Везде водолазы смотрели, есть ли спирогира, гибнут ли губки. Кое-где нам удалось посмотреть очистные сооружения.

Западнее Северобайкальска протекает маленькая речка. Там с советских времен разрушены очистные сооружения. Дальше идет, т. н. «туристическая зона особого типа» Республики Бурятия, где в заливах скопилось огромное количество спирогиры. На самой кромке воды в «специальной зоне» стоит промышленная стиральная машина, исправно стирает белье, а грязную воду сбрасывает прямо в Байкал. Дальше идет Баргузинский залив, где тоже настроены всякие рекреационные учреждения. Там тоже очень много спирогиры. Там тоже нет очистных сооружений. Причем, там объекты туризма стоят у кромки воды. Возле домиков там стоят, так называемые «тэнки», бетонные сосуды без дна, над которыми поставлены туалеты. Из них якобы вывозят фекалии на очистные сооружения, но вывозить на самом деле некуда, потому что советские очистные сооружения в Баргузине давно разрушены, а новые не достроены.

Дальше, если мы пойдем на юг, то мы увидим Бабушкин, Слюдянку.

(Слайд) Так выглядят самопальные, самодельные, неизвестно как спроектированные очистные сооружения в поселке Слюдянка.



*Слайд 36. Полуразрушенные «работающие» очистные сооружения, п. Слюдянка, Южный Байкал.*



(Слайд) Эти сооружения абсолютно не удаляют термотолерантные колиформные бактерии, то есть главный признак свежих человеческих фекальных загрязнений. Гигиенический норматив превышает в 140 раз. В соседнем Бабушкине в 400 раз.

В теплой воде, которая течет из этих, так называемых очистных сооружений в Слюдянке, которые ничего не чистят, купаются дети.

Дальше – Култук, южная оконечность Байкала, там тоже огромные заросли спирогиры. Меньше вокруг Кругобайкальской железной дороги. В Листвянке мы уже были. Дальше идет бухта Песчаная, бухта Голоустная и, наконец, Малое море.

Многие коллеги нас ругают: мы разводим панику, ничего страшного нет: это естественное явление. Если это действительно так, то мы будем очень рады. Но на это ничего не указывает.



*Слайд 37. Термотолерантная кишечная палочка – показатель свежего фекального загрязнения, 140 ПДК. Специфичная окраска с субстратом бета-глюкоуронидазы.*

(Слайд) Это самый убийственный слайд против точки зрения о том, что явление естественное.

Справа мы видим реку Тья, в которой большое количество спирогиры. В середине мы видим трубу, по которой текут бытовые стоки. А слева другой рукав реки Тья, в который стоки не попадают. Там чистая вода и видны камушки на дне. С правую протоку попадают «очищенные» стоки, а в левую – не попадают. Ни климат, ни потепление, ни еще какие-то причины, здесь ясная картина – виноват, по всей видимости, человек.

Во всяком случае, хороший руководитель должен принимать политические решения всегда в условиях недостатка информации. Я написал письмо в Правительство. Попросил, чтобы был прекращен в России выпуск стиральных порошков, содержащих фосфор. Надо сказать, что со стиральными порошками в водоемы попадает в 2-5 раз больше фосфора, чем с человеческими фекалиями.

Недавно неофициально мне сказали, что наш Таможенный союз занялся этой проблемой. В стиральные порошки теперь будет разрешено добавлять до 7% фосфора. Очень интересно, какая наука подсказала такую концентрацию – во многих странах Европы на добавку фосфора в порошки наложен полный запрет, в Европейском союзе норма 0,5%, в Англии – 0,4%. Умом Россию не понять...

И второе, что нужно делать, – нужно строить очистные сооружения.

Вопрос: где взять деньги?



Слайд 38. Развитие *Spirogyra* в р. Тья в районе очистных городских сооружений. Сентябрь 2013 г. Река Тья: каменистое дно в 1 км выше (слева) и в 60 м ниже (справа) сточной трубы.

Существует целевая Федеральная программа «Об охране озера Байкал и о социально-экономическом развитии байкальской природной территории». 57 миллиардов рублей выделено на эту программу. Продолжительность четыре года.



Должен сказать, что из этой программы не нашлось ни одного рубля на то, чтобы сделать нормальные очистные сооружения в той зоне, которая прилегает непосредственно к Байкалу, зато нашлись деньги, чтобы сделать укрепление берега в Иркутском заливе. Это залив реки Ангары перед плотиной, ниже по течению относительно Байкала. Нашлись деньги на то, чтобы выделить их на ликвидацию ртутного загрязнения в районе города Усолье-Сибирское. Там был завод по выпуску щелочи на установки с ртутным катодом. Это опять ниже по течению, чем Байкал. Нашлись деньги на то, чтобы перевозить землю с одного места в другое, хотя эти, так называемые, отвалы вредного действия на Байкал не оказывают.

Я уже говорил, что антропогенная эвтрофикация пока является лишь одной из возможных гипотез, хотя, вполне вероятно, правильной рабочей гипотезой, судя по мировому опыту. Строить очистные сооружения и удалять из стоков биогенные элементы всё равно необходимо, хотя это и очень дорого. На Байкале нужно построить порядка десяти очистных сооружений, причём не простых, а таких, которые удаляют азот и фосфор. А перед этим необходимо сделать проект и построить в выбранных точках водопровод и трубопроводы, и канализационные трубопроводы.

Стоимость реализации проекта на Байкале может достигать одного миллиарда рублей. Это огромная сумма, но, может быть, какие-то мероприятия, упомянутые выше ФЦП, можно отменить или отложить; требуется экспертиза, в которой могла бы принять участие Российская академия наук в соответствии с новым законом.

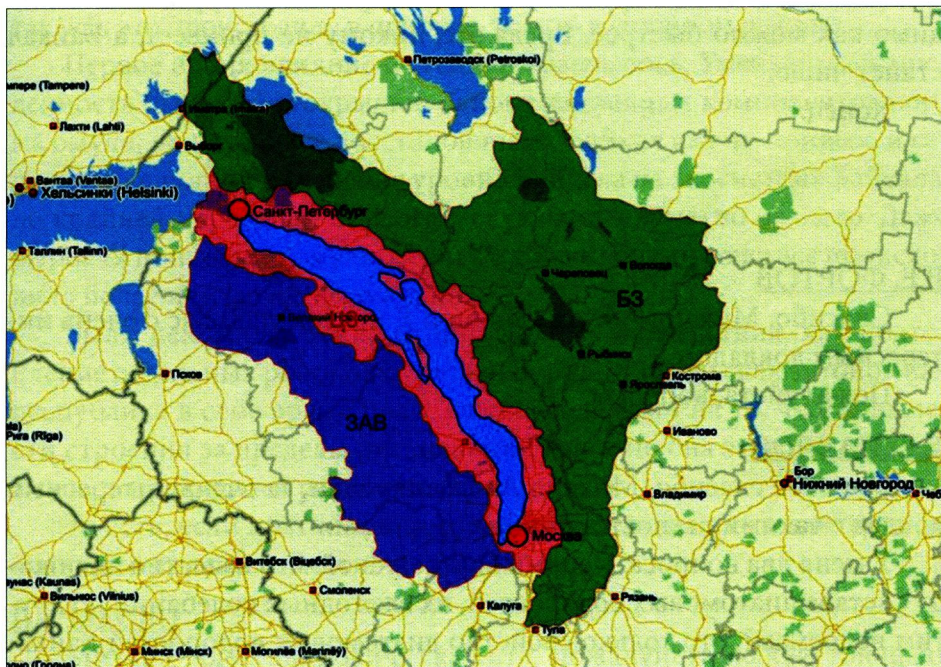
Наверное, в 1999 году «мы погорячились»: подвели под закон «Об охране Байкала» слишком большой кусок земли.

**Федеральная целевая  
программа  
«Об охране озера Байкал и  
социально-экономическом  
развитии байкальской  
природной территории»  
57 млрд. руб**

**(В настоящее время частично секвестирована)**

(Слайд) Если Байкал расположить по Европе, то он как раз протянется от Москвы до Санкт-Петербурга. Представьте себе, что мы ограничения на охрану природы наложим на эти регионы – от Вологды до Пскова.

Наверное, Бурятия не очень радуется тем ограничениям, которые ее постигли. Например, последнее достижение наших уважаемых депутатов, когда велят по каждому строительству, которое происходит на этой огромной территории, проводить экспертизу. Целый ряд видов деятельности запрещен.



Слайд 40. В соответствии с законом РФ «Об охране озера Байкал», Байкальская природная территория имеет очень большой размер, что иллюстрирует приведенная схема, на которой озеро Байкал условно размещено между Москвой и Санкт-Петербургом. Закон нуждается в серьезном изменении, т.к. он без достаточных оснований существенно ограничивает хозяйственную деятельность в Республике Бурятия и Иркутской области (ЦЗ – центральная зона, БЗ – буферная зона, ЗАВ – зона атмосферного влияния).



Как вы видели в первой части моего доклада, Байкал за свою долгую жизнь претерпел множество катастроф и бедствий. И с сегодняшней бедой, с развитием спирогиры и гибелью губок, он когда-нибудь справится. Но Байкал живет не по человеческому времени, а по геологическому. Доживем ли мы до его выздоровления, сможем ли мы ему помочь выздороветь быстрее? Для начала же нужно провести всесторонние и глубокие, сконцентрированные фундаментальные исследования, чтобы понять причины происходящего. А убрать фосфор из стиральных порошков и построить водопровод, канализацию и очистные сооружения в местах развития туризма необходимо как можно быстрее. Вреда это никому не принесет, а Байкал станет чище.

Конец.

#### В.Е. ФОРТОВ

Спасибо, Михаил Александрович! Я поздравляю Вас с очень интересным докладом.

Пожалуйста, вопросы.

#### Д.С. ПАВЛОВ

Большое спасибо, Михаил Александрович, за очень интересный доклад с такими разносторонними данными.

У меня два вопроса. Первый вопрос такой: что известно по поводу состава диатомовых водорослей, их ежегодных колебаний по другим водоемам? Это только свойство диатомовых водорослей Байкала, или на других водоемах тоже происходят ежегодные колебания?

#### М.А. ГРАЧЕВ

В других озерах тоже происходят колебания, но они носят не такой характер. Обычно одна какая-нибудь водоросль растет из года в год несколько лет. Например, если озеро подкислилось, они меняются на другой вид. А в Байкале то один, то другой, то третий, то есть это некая сложная система, в которой без всяких видимых причин рождаются следствия. Регулярные наблюдения за диатомовыми водорослями Байкала по инициативе профессора М.М. Кожова ведутся с 1946 г. В разные годы весной в Байкале массово развиваются разные виды диатомовых водорослей, достигая очень высоких концентраций. От года к году весной виды диатомей иногда меняются, а иногда остаются теми же самыми, но никакой закономерности и никакой связи с состоянием природной среды – климатом, толщиной ледового покрытия, заснеженностью льда, концентрацией како-

го-либо химического элемента, силы и направления ветра – найти пока не удалось и вряд ли удастся. В то же время, осенью массово развивается всегда только один вид, *Cyclotella minuta*.

#### Д.С. ПАВЛОВ

Второй вопрос. Какое влияние гидроэнергетика из-за регулирования Ангары оказывает на экосистему Байкала?

#### М.А. ГРАЧЕВ

Когда была построена плотина Иркутской ГЭС, уровень озера Байкал повысился на полтора метра. Кроме того, плотина спускает воду не так, как это происходило в природе, то есть в сезонном режиме.

Первое время влияние плотины сказывалось. Уменьшилась численность бычка желтокрылки, одного из главных компонентов корма омуля, но потом все восстановилось. Байкал как-то привык, и серьезного влияния изменение уровня Байкала на экосистему Байкала, по крайней мере, на ее биологическую часть, заметно не было. Даже выросли популяции омуля, нерпы, с диатомовыми тоже все происходило более или менее нормально.

Были некоторые такие отрицательные последствия, как подтопление отдельных районов Бурятии. Бурят-Монгольская автономная республика в свое время получила компенсации на то, чтобы вынести строения за пределы рискованной зоны, но она этого не сделала, а теперь приходится расплачиваться.

То есть, если кратко говорить об уровне воды из-за плотины, то большого влияния заметно не было.

#### Г.А. МЕСЯЦ

Михаил Александрович, скажите, пожалуйста, какую площадь всего озера Байкал занимают места, где есть эти водоросли?

#### М.А. ГРАЧЕВ

Они прилегают к береговой линии. В самой береговой линии четко соблюдается поясность растительности. Там четыре вида водорослей. Спирогира вторглась на место одной из этих водорослей. Расстояние от заплесковой зоны – это расстояние от самой кромки побережья, например, на 10-15 м в сторону озера. Это очень узкий участок сравнительно небольшой по глубине – до 25-50 м. Дальше этого спирогира жить бы не смогла, потому что ей нужен свет. По-видимому, благодаря воздействию силы Кориолиса, прижимающей богатые фосфором впадающие в Байкал воды к берегу, а также благодаря поступлению фосфора с берега путем фильтрации, его концентрация в этой узкой зоне стала чрезмерно высокой, достаточной для бурного развития спирогиры.



Общий объем воды, в которой растет спирогира, равен примерно 7 куб. км из 23 тыс. куб. км всех байкальских вод. Именно это, может быть, объясняет то, что биогены действуют со столь убийственной силой. В Байкале всего 230 тыс. тонн фосфора, а вызвавшее неблагоприятные последствия количество по нашей оценке составило всего несколько тысяч тонн.

Г.А. МЕСЯЦ

Скажите, пожалуйста, когда провозглашена программа в 57 млрд. и какая доля перепадает на научные исследования?

М.А. ГРАЧЕВ

На научные исследования там практически ничего нет. Кроме того, научные исследования выполняют фирмы с довольно странными названиями «ООО...». Кто формулирует им задания – совершенно неясно. И главное, нет никакой связи с теми исследованиями, которые проводим мы.

Программа была запущена два года назад. В этом году ее скорректировали, но надо корректировать дальше. Надо строить очистные сооружения.

А.И. ГРИГОРЬЕВ

Михаил Александрович, на сколько лет эта программа?

М.А. ГРАЧЕВ

Программа до 2020 г. Но независимо от этого мы должны подвергнуть ее экспертизе хотя бы потому, чтобы лишних трат не было.

Н.Ф. МЯСОЕДОВ

Михаил Александрович, спасибо за доклад. Мой вопрос состоит в следующем: существует ли какой-то научно обоснованный протокол оценки качества воды или загрязненности воды на сегодняшний день?

Второй вопрос. Не могли бы Вы ранжировать источники загрязнения в прибрежной зоне, в акватории Байкала и по глубине.

М.А. ГРАЧЕВ

Байкальская вода, если взять пелагиаль озера и отвлечься от береговой линии, чистая. Из нее производят глубинную байкальскую питьевую воду. Ее произвели очень много, и это чистая хорошая вода.

У берега совсем другое дело. На нашем заседании присутствует О.А. Тимошкин, заведующий лабораторией биологии водных беспозвоночных нашего института. Он делал лунки на берегу, одновременно делал лунки на дне озера, брал оттуда воду, сравнивал концентрации и показал, что большие количества биогенов с берега поступают в озеро.

Надо сказать, бедствие для Байкала – это туристы. От них в Байкал попадают не только содержащие фосфор фекалии, но и фосфор, содержащийся в больших количествах в стиральных порошках. В 2010 г. Иркутскую область посетило около 700 тыс. туристов, в 2013 г. – 1 090 тыс., а в 2014 г. – еще больше, и эта цифра будет дальше расти.

Люди располагаются у кромки берега, потому что хотят видеть и потрогать Байкал. В местах отдыха туристов нет не только очистных сооружений – нет ни постоянного водопровода, ни канализации, нет проектов благоустройств, не намечены места складирования полученных на очистных сооружениях твердых отходов. В общем, как говорится, конь не валялся, несмотря на всенародную любовь к Байкалу.

### В.Л. МАКАРОВ

Михаил Александрович, в Питере есть Экономико-математический институт, который разработал очень известную математическую модель Ладожского озера. Начали они с толщи воды: как меняется температура и т.п.. С помощью этой модели исследовалось, как по секундам распределяется, например, кишечная палочка по толщине Ладожского озера.

Вопрос: есть ли у вас подобная модель применительно к Байкалу? Если нет, то, может быть, ту возьмете...

### М.А. ГРАЧЕВ

Еще до 1987 г. в Вычислительном центре Сибирского отделения РАН специалисты пытались моделировать Байкал. Это было имитационное моделирование, то есть не на базе физических принципов, а на базе имитации определенных данных. Первые имитационные модели для Байкала были предложены профессором В.В. Меншуткиным.

Моделей озер много во всем мире, но, на мой взгляд, они мало что дают. Для Байкала очень трудно сделать модель, которая надежно предсказывала бы его будущее. Погоду нельзя предсказывать больше, чем за две недели.

Байкал тоже нельзя предсказывать даже на будущий год, потому что это очень сложная система; это система, в которой бесконечно малые причины рождают очень большие следствия. Поэтому в моделирование я плохо верю. По крайней мере, последовательность видов диатомей, несмотря на массу попыток 80-ых гг., никто не смог предсказать. Работали, в том числе, лаборатория академика Г.И. Марчука и другие крупные модельеры. Я думаю, что это невозможно.

### В.Е. ФОРТОВ

Михаил Александрович, в связи с Вашим последним замечанием, что малые причины могут вызывать большие следствия. В математике это называется неустойчивой задачей.



Недавно я был на Байкале, на меня произвело совершенно убийственное впечатление, что творится на бурятском берегу. Там лес как бритвой срезан, сделаны дороги, по которым бампер в бампер идут китайские грузовики, и на очень большом расстоянии от берега фактически не осталось уже ничего. То есть, какое-то инопланетное впечатление.

Это как-то влияет на то, что вы наблюдаете? И вообще кто-то борется с этим или нет?

#### М.А. ГРАЧЕВ

Я избежал бы употребления термина «бурятский берег». Нам, слава Богу, национального вопроса хватает выше крыши. Здесь собрались люди, понимающие, что не в бурятском берегу дело, а дело в том, что принято решение на этом месте сделать особую зону туристического типа. Там действительно идет стройка. Туда стали ездить и туристы. Они имеют право наслаждаться природой, как любой турист и путешественник.

Думаю, на этот вопрос лучше ответит Арнольд Кириллович Тулохонов, сенатор, который присутствует на нашем заседании.

Конечно, все это влияет. Те же сточные воды собираются и в конечном итоге рано или поздно попадают в Байкал. Там нужна нормальная канализация. А куда ее девать, непонятно. Нужна высокая степень очистки. Это дорого. Но все это нужно делать, если мы хотим сохранить Байкал. А ненужные позиции ФЦП надо убрать.

#### П.Д. ГУНИН

В своем докладе, Михаил Александрович, Вы уделили основное внимание озеру Байкал и его центральной зоне. А какое Ваше мнение, какую роль может сыграть и будет играть река Селенга в сохранении озера Байкал, поскольку она является не только основным источником водного стока, но и является трансграничным каналом переноса загрязняющих веществ и даже инвазивных видов?

Как мы все знаем, в Монголии сейчас бум развития горной промышленности. Недаром многие считают Монголию золотым клондайком. Где-то в бассейне Селенги можно насчитать более двухсот месторождений золота, причем очень часто золото добывают по старой технологии. Из-за этого стоки, которые идут со стороны Монголии, могут быть очень большие.

Вопрос следующий: как думаете учесть в программе сохранения озера Байкал роль реки Селенги?

#### М.А. ГРАЧЕВ

Прежде всего, нужно навести порядок с аналитикой. Про трансграничный перенос я слышу уже двадцать пять лет. Сравнительно

недавно не меньше четырех сезонов мы мерили трансграничный перенос и на границе с Монголией, и по всей длине российской части реки Селенги, в каждом притоке, после каждого большого города и т.д. То, что из Монголии к нам поступает громадное количество растворенных (подчеркивая это слово) тяжелых металлов, очень сильно преувеличено. Их просто нет. Они находятся на уровне рыбохозяйственных ПДК.

В Монголии были такие годы, когда много скота погибло, поэтому много текло микробов, малополезных, типа кишечной палочки. Это одно.

Второе, что нужно учитывать. Река Селенга очень мутная. Я какое-то время работал в Узбекистане. В Узбекистане воду не пьют из прозрачного ручья, пьют из мутного, потому что на мути осаждаются всякие вредные вещи и нейтрализуются. Возможно, эти избыточные тяжелые металлы сидят на этой мути. А муть откладывается в дельте реки Селенги. Это огромное образование, плоский столб, на котором довольно быстро оседают твердые частицы, и вместе с ними могут быть тяжелые металлы.

Но эта проблема на сегодня не имеет решающего значения. Следить за этим надо, но никакой катастрофы на Селенге нет.

Общий вывод наших исследований на Селенге, которые мы делали самыми современными методами, состоит в том, что ее можно поместить в ряд чистых рек мира. Есть такой ряд чистых рек мира.

Не забывайте, что эта река больше Москвы-реки, то есть очень серьезная по объему.

#### В.Е. ФОРТОВ

Есть ли еще вопросы? Нет. Переходим к обсуждению доклада.

Предоставляется слово Петру Дмитриевичу Гунину, начальнику Монгольской экспедиции.

#### П.Д. ГУНИН

Уважаемый Владимир Евгеньевич!                      Уважаемый Михаил Александрович!                      Уважаемые коллеги!

Я хотел бы обратить внимание на роль инвазивных (чужеродных) видов, которые могут играть и уже играют очень большую отрицательную роль на биоту Байкала, на биоту других бассейнов.

Давно доказано, что элодея канадская и ротан-головешка уже сыграли очень отрицательную роль на снижение численности омуля. От этого может быть не только прямое влияние, но и косвенное.

Можно говорить, что выросли уловы за эти годы. Но есть косвенные показатели, что эти инвазивные виды играют очень большую роль в борьбе за ресурсы. Они занимают определенную роль в экосистеме.



Когда я задавал вопрос о роли реки Селенги, то имел в виду, что река Селенга является транспортным коридором для проникновения инвазивных видов.

Сотрудниками русско-английской экспедиции открыт азиатский вид в 2005 году. В настоящий момент он уже зарегистрирован не только в самой Селенге и в ряде притоков, а практически уже дошел до границ с Россией.

Какое он может оказывать влияние? Вы сами понимаете, что жизненный уровень населения (в основном рыболовы), которое живет на берегах Байкала, на берегах Селенги, очень зависит от того, сколько они могут поймать рыбы и сколько могут ее продать. Многие из нас были там и видели это.

Проникновение этого хищного вида уже по сути дела подрывает численность ценных пород рыбы (того же тайменя) в долине Селенги, поскольку в двух-трехлетнем возрасте эти рыбы становятся хищниками.

Поэтому, с моей точки зрения, в будущей программе обязательно надо уделить внимание вопросу постановки и организации экологического мониторинга вдоль всей реки.

Учитывая это, в свое время в Московской декларации два президента Монголии и России, подписывая ее, указали, что от наших стран зависит экологическая безопасность приграничных и трансграничных регионов. Я думаю, что здесь полностью подходит экологическая безопасность озера Байкал, и без экологической безопасности всего бассейна в будущем мы обойтись не сможем.

Полагаю, что в будущей программе обязательно нужно учитывать организацию таких станций фонового мониторинга, станций, изучающих загрязнение, передвижения и распространения инвазивных видов не только на территории России, но и на территории прилегающего государства Монголии, потому что, как вы знаете, более половины бассейна находится на ее территории.

Нужно предпринимать усилия по изучению экологии и причин распространения.

Задача ученых – разработать какие-то мероприятия, потому что сразу на это трудно ответить.

В.Е. ФОРТОВ

Спасибо. Слово имеет академик Свердлов Е.Д.

Е.Д. СВЕРДЛОВ

Уважаемый Владимир Евгеньевич, коллеги!

Я хотел бы выступить по трем разделам, связанным с докладом Михаила Александровича.

Первый пункт моего выступления связан с Лимнологическим институтом.

Второй пункт – экспертиза целевой программы «Охрана озера Байкал».

Третий пункт, который стоит немного в стороне, но очень меня беспокоит, – современная тенденция создания центров, объединяющих несколько институтов.

Во-первых, об институте. Развитие этого института проходило фактически на моих глазах. Я достаточно хорошо знаком с его деятельностью, я часто там бывал, я инспектировал деятельность этого института по поручению нашего Отделения.

Я хочу сказать, что за те десятилетия, которые прошли с момента «высадки десанта», который отправил В.А.Коптюг для того, чтобы помочь этому институту выйти на современный уровень, институт вышел не только на современный уровень, но он превосходит современный уровень во многих аспектах.

На месте достаточно захолустного провинциального института возник крупнейший международный центр, проводящий комплексные исследования в самых разных направлениях, начиная от биологии, продолжая геологией, географией и другими отраслями знаний.

Институт прекрасно оборудован. В институте работают великолепные специалисты. Очень много молодежи. Институт проводит политику привлечения молодежи. Люди, которые туда приезжают, влюбляются в Байкал, и оттуда уезжать уже не хотят.

Там работают большие энтузиасты своего дела, чем и объясняется большое количество (просто всплеск) публикаций, которые нам показывал Михаил Александрович.

Важным аспектом деятельности института является сочетание фундаментальных исследований с прикладными исследованиями, – иногда совершенно неожиданными.

Два лучших примера фундаментальных исследований.

Во-первых, это сенсационное открытие того, что гибель байкальской нерпы не связана с деятельностью целлюлозно-бумажного комбината, а связана с вирусом, родственном вирусу собачьей чумки. Только квалифицированные молекулярные биологи еще в 1987 г своими методами могли такое открытие сделать и внести новую страницу в распространении вирусов, с одной стороны, а с другой – снять с комбината одно из очень тяжелых обвинений.

Второй пример это то, что происходит у нас с диатомовыми водорослями – чрезвычайно интересным и в то же время чрезвычайно сложным объектом, который отличается удивительной особенностью: он выкачивает кремний из внешней среды, которого в



этой внешней среде очень мало, и ухитряется концентрировать его, создавая оболочки этих водорослей, которые состоят практически из чистого кремнезема. Это уникальный процесс, который сейчас изучается активнейшим образом, решается самыми современными методами, в том числе секвенированием полных геномов.

Прикладные исследования как-то органически получаются сами собой. Михаил Александрович рассказал о том, что начали производить байкальскую воду после того, как ее проанализировали. Она оказалась очень чистой, ее запатентовали, стали продавать и полностью окупили все вложения за достаточно короткие сроки. Этот перечень можно было бы продолжить, но такие очень характерные эскапады в практику весьма характерны для стиля Михаила Александровича с самых юных его лет и, соответственно, для стиля Лимнологического института.

Я считаю, что Лимнологический институт является одной из жемчужин российской науки во всех отношениях. Его надо очень и очень беречь и очень бережно обращаться с его дальнейшими преобразованиями, если таковые намечаются.

Вторая часть связана с экспертизой охраны озера Байкал. Это чрезвычайно сложная экспертиза.

Михаил Александрович дважды упомянул, что экология, экологические процессы – это чрезвычайно сложные процессы. О таких процессах Лоренц, который занимается климатом, который, в свою очередь тоже является сложным процессом, задавал вопрос: может ли взмах крыльев бабочки в Филадельфии вызвать торнадо в Мексике? Ответ: да, в сложных системах минимальное воздействие на эту систему может вызвать такой эффект. И самое сложное в этом деле – все эти процессы не прогнозируемы простыми способами.

Отсюда однозначно следует, что любая экспертиза такой сложной системы, как экосистема озера Байкал, – это фундаментальное серьезное исследование, которое в состоянии проводить только Академия наук. Никакие «ООО» это не могут делать. Я был чрезвычайно удивлен, услышав от Михаила Александровича, что этим занимаются какие-то «ООО». Никакие «ООО» в принципе не в состоянии проэкспертировать и проанализировать такую сложную систему.

Думаю, не вызывает сомнения, что Академия наук должна добиться проведения экспертизы любыми путями, иначе мы утратим Байкал. Там идут очень сложные процессы. Сейчас там «взмахи бабочки», которые могут окончиться катастрофой – мы потеряем Байкал. Он будет наполнен фекалиями, а не чистейшей в мире водой.

Академия наук должна добиться, чтобы эту экспертизу и экспертизу всех дальнейших программ, которые будут касаться таких

сложных объектов, как озеро Байкал, проводила только Академия наук с необходимым привлечением любых других специалистов.

Что касается экспертизы, то только добавлю, что организацию этой экспертизы, на мой взгляд, однозначно надо поручать Лимнологическому институту, который к этому идеально приспособлен, поскольку в нем работают специалисты по всем направлениям.

Если такая экспертиза состоится, это очень важно. Она в дальнейшем будет служить парадигмой всей экспертной деятельности Академии наук. Для нас сейчас экспертная деятельность – центральная деятельность, и нам надо вырабатывать концепции проведения этой деятельности, вырабатывать парадигмы. И этот проект мог бы послужить первым проектом, в котором разрабатывались бы алгоритмы, парадигмы концепции экспертной деятельности Академии наук.

И последнее. Меня очень тревожит ситуация с созданием центров, состоящих из многих институтов. В некоторых случаях это, безусловно, разумно и оправдано. Но в некоторых случаях, возможно, от этого надо категорически отказываться.

Мне было бы очень жаль, если такая совершенно уникальная структура, как Лимнологический институт, вдруг оказалась бы в составе какого-то заурядного центра, который будет диктовать, что ему делать, а чего не делать. Я бы против этого очень сильно возражал. Спасибо за внимание.

#### В.Е. ФОРТОВ

Спасибо, Евгений Давыдович!

Слово имеет Арнольд Кириллович Тулохонов.

#### А.К. ТУЛОХОНОВ

Уважаемый Владимир Евгеньевич!

Уважаемые коллеги!

Я здесь не только потому, что представляю Совет Федерации, а, прежде всего, потому, что мы с Михаилом Александровичем коллеги.

Но сегодня я хотел бы сказать не о науке, а о причинных факторах состояния вообще у нас науки и в том числе на Байкале.

Первое по истории. Михаил Александрович начал с того, что Байкал – участок мирового природного наследия. Байкал имеет единственный персональный Федеральный закон. Но, к сожалению, это была надежда на то, что мы вместе с международным сообществом будем решать общие проблемы, потому что Байкал принадлежит не только Бурятии, Иркутской области, не только России. Это мировая собственность. К сожалению, эта надежда осталась неоправданной.



Второе о том, что Байкал имеет собственный закон. К сожалению, когда сегодня говорят делать закон о Ладоге, о Волге, то я этим товарищам не советовал бы делать эти законы. Сегодня закон на Байкале – это некое ярмо на экономике Иркутской области и, прежде всего, Бурятии, когда люди, живущие на Байкале, лишены элементарных прав расширять дороги, расширять кладбища, строить электростанции, строить новые здания и пр. Это все на Байкале запрещено.

28 июня наш Президент Владимир Владимирович Путин, благодаря иркутским депутатам-коммунистам, подписал изменения в Закон об охране озера Байкал, в котором черным по белому написано, что сегодня байкальская природная территория от Читы до Черемхово является заповедником. Более того, соответственно нельзя ничего строить. На эту территорию внедрена процедура обязательной экологической экспертизы. То есть два запрета на огромную территорию.

С 1 августа на территории Иркутской области, Читы и Бурятии запрещено всякое строительство, утверждение всяких экономических проектов, в том числе, и получение бюджетных средств. Вот мы с вами до чего дожили!

Далее. Причина того, что мы сейчас имеем, в том числе и в первую очередь, вопрос собственности. Байкал законом определен как федеральная собственность, а вся ответственность свалена на регионы, в первую очередь, на Бурятию, и в том числе, на Академию наук. Это то, чего быть не может. Ответственность без собственности не бывает и наоборот.

Третий вопрос, который мы сегодня затрагиваем, вопрос экспертизы. Сегодня законом о РАН, который мы обсуждаем вместе с Владимиром Евгеньевичем, черным по белому сказано, что государственные программы должны проходить экспертизу Российской академией наук.

На всех углах, на всех уровнях я говорю, что этот пункт закона не выполняется. Но в то же время вы, дорогие академики, молча созерцаете, и ни одного письма в Совет Федерации от вас не поступило, что вы хотите проводить экспертизу закона или программы, которая касается нашей страны и наших регионов.

Поэтому этот укор и Совету Федерации, и вам, дорогие академики!

И четвертый вопрос. Сегодня затронули тему, не превратить ли институт в какой-то заурядный центр? Я готов вам отдельно сказать и рассказать, что сегодня творится в стенах Совета Федерации.

Сегодня идет последняя неделя шанса, когда мы можем внести изменения в этот дурацкий закон о реорганизации Российской академии наук.

Сегодня я бьюсь на всех углах, чтобы сделать программу «Мировой океан и Арктика». Но, к сожалению, от Академии наук никаких подвижек в этом направлении нет. Поэтому я очень хотел бы сделать это вместе с вами, вместе с Советом Федерации.

Госдума (я не хочу обидеть господина Черешнева) – нам не советник, потому что там сидят люди, которые решают партийные, а не российские интересы. Поэтому я готов от имени Совета Федерации выступить перед вами отдельно, рассказать, что творится, и что мы должны делать вместе. Но по одному эту «машину» мы с вами не победим. Спасибо за внимание.

### В.Е. ФОРТОВ

Спасибо, Арнольд Кириллович.

Действительно, Арнольд Кириллович очень многое делает по защите наших интересов. Я должен с благодарностью отметить, что при обсуждении этого 253-го закона он единственный, кто в Совете Федерации голосовал против него, причем – голосовал очень аргументировано, и спасибо ему за это.

Относительно того, что мы не экспертируем, это не совсем так, потому что несколько документов, которые к нам попали (например, новая концепция Энергетической программы), экспертируются, и сегодня вечером я буду встречаться с министром на эту тему. То же самое по проектам РЖД, Электрических сетей и т.д. Но это правильно, что это как раз то направление, которое нам вместе с вами предстоит очень сильно поднимать. Здесь роль отделений очень серьезна.

Я хочу высказать одно замечание в связи с выступлением Арнольда Кирилловича.

Мы с Арнольдом Кирилловичем были на озере Байкал и погружались вниз для того, чтобы определить фазовую диаграмму газогидратов. Она очень хитрая: она имеет минимум и максимум по давлению.

Существует некоторая опасность, заключающаяся в том, что (это правильно было сказано в докладе) количество газогидратов очень велико, и возникает вопрос: опасно это или неопасно. Казалось бы, газогидраты находятся под водой, нет кислорода, поэтому не о чем говорить. Это горение, которое было показано, возможно тогда, когда в атмосфере кислорода нет. На самом деле опасность есть. Она сводится к тому, что существует тип детонации и бескислородного горения. Он как раз относится к углеводородным вещам.

Дело в том, что когда идет очень сильная детонационная волна, происходит диссоциация, и углерод оказывается в сильно пересыщенном состоянии. Когда он переходит в форму сажи, то у вас выделяется громадное количество энергии, – почти такое же, как при



H<sub>2</sub>O, при соединении кислорода с водородом, а для этого не нужен окислитель.

Такой хитрый режим был открыт и исследован в Академии наук. Применение его к этой ситуации показывает, что если будет очень мощный импульс воздействия на эти пласты, то может разнести все на свете в считанные минуты. Эту возможность надо изучить и посмотреть, насколько это реально опасно. Но это к слову.

Слово имеет академик Н.Ф. Мясоедов.

### Н.Ф. МЯСОЕДОВ

Глубокоуважаемые коллеги! В своем коротком выступлении я хотел бы обратить внимание, как я понял из доклада, на отсутствие постоянного экологического мониторинга, хотя, насколько я знаю и понимаю, в институте имеются разработки, и сделано все для того, чтобы систему экологического мониторинга по акватории Байкала, по прибрежным областям Байкала вполне можно было бы сделать.

Если вы помните, одна из картинок показывала анализ загрязненности воды, и мы видели по существу три отрезка времени: 90-ые гг., 2002. г и т.д. Такой постоянный аналитический контроль помог бы выявить и источники загрязнения, и мог бы много сказать о тех проблемах, которые существуют с экологией Байкала.

Как ни странно, в докладе ни слова не было сказано о комбинате, который находится на берегах Байкала, а основное внимание привлечено, казалось бы, к такой простой вещи (и это действительно так), как очистные сооружения. Проблема заключается в увеличивающемся потоке туристов и недостаточном количестве основных очистных сооружений у городов, и поселков, которые находятся на побережье Байкала. Все это вносит больший вклад в прибрежную зону Байкала.

И последнее, на что я хотел бы обратить внимание, это вопрос экспертизы. Конечно, мы должны вырабатывать системные подходы к экспертизе государственных программ. В частности, то, что на научные цели в национальной российской программе «Экология Байкала» не уделено никакого внимания. Спасибо за внимание.

### В.Е. ФОРТОВ

Спасибо. Слово имеет академик А.Ю.Розанов.

### А.Ю. РОЗАНОВ

Свое краткое выступление я хотел бы начать с того, с чего Евгений Давыдович. Я не раз был на Байкале, не раз был в Лимнологическом институте, который возглавляет Михаил Александрович, и я совершенно согласен с тем, что это прекрасный, выдающийся институт, и его нужно охранять и беречь.

Второе, что я хотел бы сказать. Сегодня с водорослью спирогирой дело обстоит сложно, но я бы сказал, что сегодня еще нет катастрофы, а завтра она может случиться, потому что то, что происходит на Байкале это просто чудовищно. Такое количество всяких строений, которые сделаны для того, чтобы обслуживать туристов...

У меня во время учебы в институте была военная специальность – «канализация и снабжение войск водой». Как ни странно, я серьезно относился к этому предмету и даже потом подрабатывал на этой почве, когда были трудные времена и делал всякие экспертизы для тех, кто строил дачи, коттеджи и проч.

Я скажу, что такого безобразия, как сейчас творится на Байкале, трудно было себе представить, потому что мало того, что строительство ведется черт знает как, очистные сооружения толком не ремонтируются. Те анализы, которые там делались по восточным берегам, конечно впечатляют. Михаил Александрович привел только один момент, а на самом деле это чудовищная картина.

Для того чтобы убедиться в том, что Михаил Александрович прав в своих раскладках, я еще попросил Розенберга, директора Института экологии Волжского бассейна, отправить своих специалистов на Байкал. Сначала я думал, что будет помощь, а оказалось, что это была быстрая квалифицированная экспертиза. Они подтвердили все чудовищные выводы, которые сделал Михаил Александрович. Помимо Лимнологического института другой институт, работающий на Волге, убедился в том, что, к сожалению, все обстоит так печально.

Еще есть одно соображение. Я занимаюсь древностью: что было на Земле три - четыре миллиарда лет назад. Но должен сказать, что три -четыре миллиарда лет назад появились на Земле водоросли такого типа, как спирогира. Так что это очень устойчивая, живучая команда среди тех, которые живут на Земле, и бороться с ней будет не просто.

В отношении экспертизы проекта. Я считаю, что надо подумать, как это сделать. Но мы должны обязательно настоять на том, чтобы экспертиза этой программы была проведена. Для этого, может быть, создать какую-то небольшую рабочую группу, чтобы подготовить грамотно документы в Правительство с требованием эту экспертизу обязательно провести.

Думаю, те раскладки, которые Михаил Александрович сделал насчет экономии 17 миллиардов и переброски этих денег на другие нужды, требуют более тщательного обоснования, чтобы не дать чиновникам возможности легко отбиваться от наших претензий по этому поводу. Для этого не нужно создавать большую группу: доста-



точно три-четыре человека. Михаил Александрович должен ее возглавить. И сделать это надо быстро.

Михаил Александрович, несмотря на то, что Вы затянули доклад, и публика в зале от этого начала несколько нервничать, доклад сам по себе был чрезвычайно интересный. Именно из этого доклада вытекала мощь этого небольшого института (там 150 научных сотрудников). Я считаю, когда в институте 150-200 научных сотрудников, – это самый оптимальный вариант, потому что директор института может знать, что делает каждый научный сотрудник. А когда в институте много тысяч человек, директор ничего знать не может, и эта система становится трудно управляемой. Я не беру Институт медико-биологических проблем.

#### А.И. ГРИГОРЬЕВ

Он сейчас небольшой.

#### А.Ю. РОЗАНОВ

Значит, пошли по хорошему пути.

Михаил Александрович, еще раз большое спасибо за очень интересный, емкий доклад.

Мне кажется, мы должны понимать, что ответственность Академии за Байкал должна быть резко усилена. Пресная вода Байкала – четверть мировых запасов пресной воды. Вода Байкала – это достояние не только Иркутска, Бурятии или России, а это мировое достояние, которое нужно всячески беречь.

И второй важный момент. Байкал – удивительный объект модели, на котором могут разрабатываться многочисленные вопросы, в том числе биологические, геологические, физические и какие угодно.

#### В.Е. ФОРТОВ

Спасибо. Слово имеет академик Лаверов Николай Павлович.

#### Н.П. ЛАВЕРОВ

Уважаемые коллеги!

Мы должны быть все очень благодарны Михаилу Александровичу за то, что он достаточно подробно и понятно рассказал, что сделано на Байкале в последние годы.

Работа, выполненная по Байкалу, по сути дела, беспрецедентная с точки зрения охвата всего круга вопросов, которые связаны с водоемами, расположенными глубоко внутри Сибирского континента. Мы когда-то бурили скважины, связанные с климатическими проблемами. Эта работа теснейшим образом связана с тем, что сделано в Институте.

Не буду задерживать ваше внимание. Отмечу только единственную возможность что-то сделать. Я прочел это в публикациях Си-

бирского отделения, связанных с сине-зелеными бактериями, с фосфатосодержащими отходами, что связано с гибелью губок – это очень важное дело, которое сейчас уже не терпит отлагательства.

Хочу напомнить членам Президиума, которые не помнят те давние года, когда делалась плотина, защищающая Санкт-Петербург (Ленинград) от затопления. Столкнулись с тем, что плотина была готова (1990 год), но подойти к водоему было невозможно. Очень быстро отбросами человеческой антропогенной деятельности была засорена вся огромная акватория. И были вынуждены в то время создавать специальную международную экспертизу, которую возглавляли четыре представителя Голландии по разным направлениям.

По предложению Николая Ивановича Рыжкова Комитет по науке и технике осуществил такую серьезнейшую экспертизу. Результат был совершенно поразительный. Было сказано, что мы никогда не очистим от загрязнения водоема, пока не сделаем нормальные очистные сооружения города. То есть вывод был абсолютно банальный.

На Байкале, к сожалению, подошли опять к такой же ситуации. Мы много говорили о том, что это сейсмический район, не надо прокладывать рядом трубопровод, говорили о том, что завод должен прекратить свою деятельность. Академия наук в свое время выступила категорически против того, чтобы развивать производство целлюлозы на берегу.

Теперь стало ясно, что моющие средства, использующие фосфатные составляющие, для таких водоемов закрытого типа – недопустимое дело. Но, тем не менее, это делается.

У меня одно предложение. Я согласен с членом-корреспондентом Тулохоновым, что Академии наук надо взять за пример экспертизу, которую можно сделать. Считаю, что сотрудников института тоже можно привлечь к такой независимой экспертизе.

Я обращаюсь к Михаилу Александровичу. На мой взгляд, надо сейчас написать бумагу о ходе выполнения программы и оценки ситуации на Байкале в Совет безопасности Российской Федерации. Другого варианта я, к сожалению, не вижу, пока мы сохраняем какую-то возможность влиять на этот процесс. И этим надо пользоваться.

Поскольку Владимир Владимирович был, и мы были вместе с Михаилом Александровичем, когда на лодочке обсуждали многое, что увидел тогда президент на дне, на поверхности, а также другие вопросы.

Я полагаю, что надо тщательно подготовить документ и обратиться в Совет безопасности, потому что сейчас Совет Федерации слушает, Правительство слушает, принимаются решения о том, что-



бы прекратить строительство, что эти земли уже не наши, а международные и проч.

Но мне кажется, что это нужно связать с программой, которая реализуется, потому что то, что в программе работают непонятные структуры и выполняют какие-то исследовательские работы, это просто преступление.

Это второй вопрос – то есть, как организуются те работы, которые за счет государства выполняются на объекте мирового значения и мировой компетенции без всякой экспертизы специалистов и без всякого рассмотрения в компетентных структурах, что, к сожалению, почти типовое явление.

По этим двум вопросам – кто должен рассмотреть и кто должен посмотреть, как работает программа? – я считаю, хорошо бы сделать экспертную комиссию на базе института и на базе тех материалов, которые сегодня представил Михаил Александрович.

Мне кажется, что не надо очень расширять этот материал. Надо взять одну, последнюю проблему, о которой мы уже начали говорить (и она уже вышла на широкую поверхность), и эту одну проблему решить. И большое спасибо Михаилу Александровичу.

В.Е. ФОРТОВ

Спасибо, Николай Павлович. Слово имеет академик Леонов Ю.Г.

Ю.Г. ЛЕОНОВ

Я думаю, Николай Павлович правильно поставил вопрос. Я думаю, что комиссия должна на самом высоком уровне обратиться с этими вещами.

Но мне хотелось бы немного шире поставить эту проблему. Я давно хотел с этим выступить, но опасался, потому что страшно критиковать сложившуюся даже не годами, а многими десятилетиями, традицию докладов на Президиуме.

Мы заслушиваем доклады. Почти без всяких исключений, их делают самые крупные специалисты и знатоки проблем. Почти без исключения эти проблемы имеют не просто научное значение, а имеют государственное значение.

Но в большинстве случаев получается, что мы заслушиваем доклады, бывают очень интересные и важные выступления (а они всегда бывают!), мы расширяем свой кругозор, и на этом все кончается. Правда, публикуются и доклад, и результаты обсуждения в «Вестнике». Но, как вы хорошо знаете, «Вестник РАН» читаем мы сами, максимум – директора институтов, и очень редко сотрудники академических институтов, а так – «Вестник» большого распространения не получает.

Мне кажется, что получать расширение кругозора – маловато для деятельности Президиума и результатов таких докладов. По-моему, почти по всем докладам нужно принимать какие-то постановления, – постановления принципиальные, которые надо не только принимать, но и доводить до сведения правительственных структур и вообще соответствующих структур.

Может быть, в некотором отношении это сильно осложнит работу Президиума, но я думаю, что тогда эффект докладов действительно будет достигнут. Технически это можно организовать по-разному.

Я должен сказать, что некоторое время назад (примерно тому год) академик Гвишиани и я обратились с докладной запиской к Владимиру Евгеньевичу, где этот вопрос рассматривался нами, и была рассмотрена техническая сторона этого дела среди прочих вопросов. Но это как раз было время, когда был максимум издевательства над Академией, и эти вопросы отошли на второй план.

Я думаю, что надо об этом подумать и что-то в этом плане серьезно организовать. Может быть, по результатам докладов принимать какие-то постановления на Президиуме, подготовив их еще до доклада; что-то передавать на уровень отделения с требованием, чтобы отделение (конечно, с авторами доклада) этот вопрос рассмотрело и представило Президиуму свои соображения. Но я думаю, что здесь надо что-то делать. Спасибо.

### В.Е. ФОРТОВ

Спасибо, Юрий Георгиевич. Есть еще желающие выступить? (Нет) Если позволите, я хочу начать с комментария Вашего выступления.

Я убежден, что в новых условиях эта работа по прогнозированию, по формулировке состояния дела и взгляда на те или иные проблемы – наша очень важная задача. Она записана, и мы обязаны ее выполнять.

Сегодня на заседании Президиума мы с вами решили, что по материалам выступлений мы готовим некие развернутые документы, которые мы посылаем наверх.

Я приведу несколько примеров. Например, был сделан анализ ситуации, как в сегодняшних экономических условиях наша экономика может выйти из штопора, в который она тогда только-только попадала. Эта бумага пошла наверх, и президент страны собирал экономистов, было заседание, и сейчас этот документ в работе.

В прошлый раз я вам говорил, что я передал Владимиру Владимировичу четыре проекта.



Один проект – энергетические парогазовые установки с очень высоким КПД и хорошей экологией, о чем на Президиуме говорил академик Фаворский.

Второй проект – интеллектуальные сети их развитие, перспективы и особенности, которые также обсуждались на Президиуме. Там очень много работы для всех отделений, потому что это покрывает и возобновляемую энергетику, и теорию управления, и теорию надежности, и электрофизику, и просто физику, и многое другое, о чем сегодня говорит весь мир и очень многие уже это делают.

Помните, на одном из заседаний Президиума выступали академик Осипов Г.В. и Якунин по поводу развития Южного пояса транспортного обслуживания. Этот проект тоже пошел.

Есть также проект по супер-ЭВМ, который подготовлен по результатам доклада выступлений.

Обо всем этом я докладывал Владимиру Владимировичу, и на все четыре проекта получена резолюция.

Я говорю это к тому, что нам надо и по другим направлениям тоже самое делать. Полностью согласен, – это важнейшее дело. Здесь очень большая роль отделений.

Сегодня у нас в работе около двух десятков проектов, по которым мы имели здесь обсуждение и имели оценку. С учетом разных точек зрения, тем не менее, общий вид есть, в том числе по экстремальным сверхсильным магнитным полям, и я договорился с Владимиром Владимировичем, что в ближайшее время мы будем такие документы представлять, и это наше серьезное дело.

Что касается сегодняшнего сообщения, то, мне кажется, хорошо, что мы этот вопрос заслушали.

Я бы предложил Михаилу Александровичу и коллегам, не откладывая в долгий ящик, изложить эту ситуацию. Может быть, отделение добавит туда еще какие-то аспекты, например, связанные с тем, что там лес вырубает и другие. Думаю, такой документ за одну - две недели можно подготовить.

Была идея создать рабочую группу, которая координировала бы этот проект. Я полностью поддерживаю это. И прошу Алексея Юрьевича создать группу в Отделении.

Хочу подчеркнуть, чтобы оценка научного содержания не оставалась здесь, а уходила наверх, – важнейшая часть, которой мы будем заниматься каждый день и очень интенсивно.

Что касается экспертизы проектов, то на каждом заседании Правительства, куда я теперь хожу, этот вопрос возникает. Действительно идут проекты мимо Академии наук. Дмитрий Анатольевич пообещал выпустить некую бумагу – изменить регламент работы

Правительства, по которому это все должно попадать к нам, и с нашим взглядом потом выходить на Правительство.

Я согласен, пока этого нет. Но есть примеры, когда мы это делаем, но не благодаря какой-то формализованной процедуре, а благодаря тому, что наши ученые, специалисты принимают участие в разработке тех или иных документов. Я уже упомянул об энергетической стратегии, в разработке которой мы очень серьезно участвовали. Сегодня мы будем давать оценку этому документу тоже.

Если больше нет желающих выступить, рассмотрение вопроса закончено.



М.А. Грачёв

С т е н о г р а м м а  
ЗАСЕДАНИЯ ПРЕЗИДИУМА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

18 ноября 2014 года

**О ПРОБЛЕМАХ  
БАЙКАЛА**

цена 2005

104-50

ГПНТБ СО РАН

