



М. А. ГРАЧЕВ

«Авоська и авось»

Экологический кризис на Байкале: Загадка века



Авоська, или сетка, – разговорное название сетчатой, сплетенной из суровых нитей хозяйственной сумки, используемой преимущественно для посещения рынков и магазинов, для туристических поездок. В сложенном виде авоська занимает очень мало места, и поэтому ее удобно брать с собой в дамскую сумочку. Во времена дефицита в Советском Союзе люди зачастую постоянно носили авоську с собой на случай – авось-ка удастся что-то купить (обычно в обеденный перерыв или по дороге с работы домой). Кроме того, в советских магазинах не было полиэтиленовых сумок-пакетов для покупок, и сумку нужно было иметь при себе. В СССР авоськи плели на предприятиях Всесоюзного общества слепых (ВОС). Котомка классической авоськи сплетена в 14 рядов по 24 ячейки. Максимальная нагрузка – 70 кг. Срок службы 20 лет.

По: Википедия

Пролог

По телевидению показывают жуткую картину: в океанах образовались три огромных горы пластикового мусора, в основном использованных пластиковых бутылок и пакетов. Разлагается пластик медленно и дает мельчайшие чешуйки, которые заглатывают рыбы и другие обитатели океана и гибнут в страшных мучениях.

Ни иностранцы, ни наши молодые люди уже не помнят, что такое авоська.

Очевидное решение: запретим пластиковые мешки во всем мире. Дадим всем авоськи и пластиковые бутылки заменим на стеклянные, и, авось, мусора в океане не будет. Так-то оно так, но тем не менее, однако... Не все так просто. Производство пластика приносит огромные прибыли, создает миллионы рабочих мест. Пока человечество не откажется от модели безудержного потребления, быть в океане мусору, гибнуть в океане рыбам и ракам ...



ГРАЧЕВ Михаил Александрович – действительный член РАН, доктор химических наук, директор Лимнологического института СО РАН (Иркутск) с 1987 по 2015 г. Основные научные интересы – биоорганическая химия, палеоклимат, аналитическая химия. М. А. Грачев принимал активное участие в подготовке Закона об охране озера Байкал. Лауреат Государственной премии СССР (1985 г.), лауреат премии им. А. П. Карпинского (1998 г.). Автор и соавтор 153 научных работ

© М. А. Грачев, 2016

Экологический кризис на Байкале

Начавшийся в 2011 году экологический кризис на Байкале многократно описан в научной литературе моими коллегами и другими учеными, а также в прессе; о нем говорят по радио и телевидению. О нем постоянно напоминают неправительственные организации, например, предводитель Северобайкальского природоохранного движения А. В. Тиссен. Причина его не ясна. Кризис крупномасштабный, охватил все мелководье Байкала по всему периметру длиной 1800 км. Коровы и лошади воду не пьют, люди не могут пить воду даже после кипячения. Купальщик поскальзывается, когда входит в воду. В журнале *National Geographic* байкальская субстанция названа слизью, которая покрывает дно. Дайверы раньше видели предметы на расстоянии 20–30 м, теперь видимость иногда падает до 2 м. Такой вот участок Мирового природного наследия ЮНЕСКО...

Дам только краткое перечисление фактов:

- необузданное развитие необычной для Байкала нитчатой зеленой водоросли спиригиры – тысячи и тысячи тонн;
- гибель почти всех байкальских губок, принадлежащих к нескольким эндемичным видам;
- исчезновение августовского стада байкальского бычка-желтокрылки, одной из кормовых баз омуля;
- неумеренное развитие цианобактерий на больных и мертвых губках и на грунте; образование толстых скользких водорослево-бактериальных матов;
- появление цианобактерий, выделяющих смертельно опасные нервно-паралитические яды сакситоксины.

Все это происходит в прибрежной мелководной зоне шириной порядка 100–200 м и глубиной до 25–50 м, на эту глубину еще проникает нужный для развития спиригиры солнечный свет.

Пелагиаль Байкала – его глубоководная зона – пока не пострадала; не изменилась ни химия воды, ни фитопланктон, ни изобилие омуля, ни благополучие байкальского тюленя. Это не мое мнение, а факты.

На наших четырех научно-исследовательских судах мы провели за последние четыре года 50 экспедиций, еще несколько экспедиций – по льду; сделаны лабораторные анализы, расчеты с участием не менее 50 наших и 10 иностранных ученых и отечественных узких специалистов. Наши водолазы совершили около 200 опасных погружений на глубины до 50 м. Очень помогло нам Федеральное агентство научных организаций, ФАНО, – оплатило все топливо, закупило



«Крепостные стены» Усть-Анги. Фото В. Короткоручко



Анжелика Васильевна Тиссен, лидер общественной организации «За чистый Северный Байкал» (г. Северобайкальск)

Анжелика Васильевна Тиссен, 1971 г. р., окончила Иркутский сельскохозяйственный институт по специальности «Биолог-охотовед», работала психологом в военкомате, инженером-программистом в «Бурятэнерго», предпринимателем. В настоящее время возглавляет находящуюся в Северобайкальске общественную организацию «За чистый Северный Байкал». В 2011 г. именно она обнаружила массовые выбросы погибшей спиригиры на северо-западном побережье Северного Байкала и добилась приезда федерального природоохранного инспектора Е. А. Иванова. Инспектор убедился в том, что А. В. Тиссен права и обратился в наш институт, чтобы мы помогли разобраться в ситуации. С 2011 г. по настоящее время А. В. Тиссен беспокоит все уровни власти и просит помочь и спасти Байкал, и не без успеха. Недавно она встречалась с Главой Республики Бурятия В. В. Наговицыным. Вячеслав Владимирович, мудрый человек, сказал ей: «Что ты беспокоишься,



Байкальский прибой. Фото В. Короткоручко



пройдет время, и кризис пройдет. Возле Байкала есть озеро Котокель, и несколько лет назад там тоже был экологический кризис. Наука подняла большую тревогу, точную причину ученые тогда не установили, и мы не делали почти ничего. Сейчас Котокель снова чистый, все в порядке».

И действительно, ученые сейчас не знают, какова точная причина байкальского кризиса, и найти ее – дело чести науки

◀ Глава Республики Бурятия В. В. Наговицын
© Правительство Республики Бурятия

запчасти для импортных приборов, разрешило ввести дополнения в государственные задания.

Байкал – это сложная система; не «очень сложная», а сложная. Это не эпитет, а математический термин.

Английский физик Исаак Ньютон (1643–1727) писал: «Дайте мне координаты и импульсы всех частиц во вселенной, и я вам опишу все ее прошлое и предскажу все будущее». Неправ был старик, нельзя этого сделать, но не потому, что приборов, наблюдателей и компьютеров у нас недостаточно, а по принципиальным причинам. Все реальные системы в нашем мире сложные, неравновесные, и точное предсказание их поведения принципиально невозможно.

Но ученые выдвигают десятки гипотез – это их работа. Перечислю гипотезы о причине байкальского кризиса:

Научные и ненаучные гипотезы

Отгадки и домыслы

Эвтрофикация прибрежной зоны



Эвтрофикация – это избыточное питание. Конечно, оно есть, это очевидно. Однако, как питание туда попадает, и почему за сотни лет со времен Протопопа Аввакума, 1662* (см. стр. 16) бурного роста спиригиры не было? Это и есть загадка века. Вполне вероятно, что источником питательных веществ является безудержно развившийся дикий туризм

Научные и ненаучные гипотезы

Отгадки и домыслы

Вселение нового вида спиригиры (всего их около 400 по всему миру)



Гипотеза проверяется

Потепление климата

Истончение озонового слоя в тропосфере над Сибирью

1980



2012



Связь кризиса с потеплением климата не доказана; теплые годы случались и раньше, но к спиригирным кризисам не приводили. К тому же на Байкале максимум развития спиригиры наступает не летом, а в октябре

Фантастика

Научные и ненаучные гипотезы

Отгадки и домыслы

Неконтролируемое размножение байкальского тюленя нерпы



Факт увеличения численности нерпы научно не доказан. Однако нерпа каждый день ест 4 кг рыбы, и масса ее питательных фекалий попадает в мелководье

Возвращение на Байкал огромных стай околородных птиц бакланов, которые сбрасывают свои фекалии на мелководье



Связь не установлена

Научные и ненаучные гипотезы

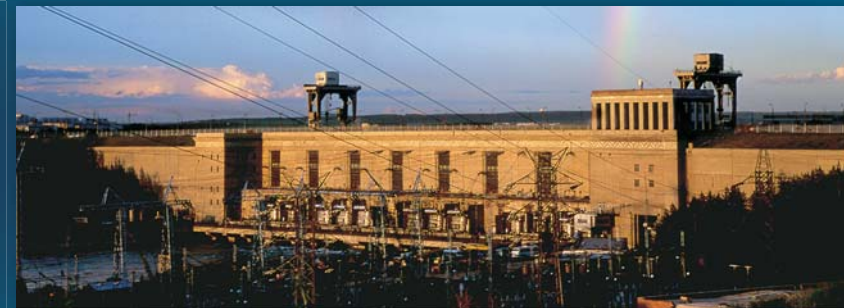
Отгадки и домыслы

Разрушение слоя газового гидрата на дне Байкала и резкое увеличение концентрации метана в воде, погубившего губки



Губки метана не боятся, это доказано

Снижение уровня Байкала «негодьями»-энергетиками



Энергетики – не негодья. Подобные понижения уровня случались на Байкале и ранее, но к кризисам не приводили

Спирогира рождается там, где много питания, потом отрывается от лежащих на дне камешков, и в виде плотов перемещается к берегу



Пока для меня эта гипотеза самая правдоподобная



Панорама средней котловины озера Байкал с высоты берегового утеса. Фото В. Короткоручко

* Один из первых восхищенных отзывов о Байкале из русских людей оставил протопоп Аввакум. При возвращении из даурской ссылки неистовому протопопу пришлось летом 1662 года переправляться с восточного берега моря-озера на западный, и он пишет о Байкале:

«...Лодку починя и паруса скропав, через море пошли... Егда к берегу пристали, восстала буря ветренная, и на берегу насилу место обрели от волн. Около ево горы высокие, утесы каменные и зело высоки, – двадцать тысяч верст и больши волочился, а не видал таких нигде. Наверху их полатки и повалуши, врата и столпы, ограда каменная и дворы, – все богоделанно. Лук на них растет и чеснок, – больши романовского луковицы и слаток зело. Там же растут и конопли богорасленные, а во дворах травы красныя и цветны и благовонны гораздо. Птиц зело мно-

го, гусей и лебедей – по морю, яко снег, плавают. Рыба в нем – осетры и таймени, стерледи и омули и сиги и прочих родов много. Вода пресная, а нерпы и зайцы велики в нем: во океане-море большом, живучи на Мезени, таких не видал. А рыбы зело густо в нем: осетры и таймени жирни гораздо, – нельзя жарить на сковороде: жир все будет. А все то у Христа тово-света наделано для человек, чтоб, успокоясь, хвалу Богу отдавал».

«Житие Протопопа Аввакума, им самим написанное» (1662)

Загадка века

Кризис я называю «загадкой века», поскольку, по крайней мере, за 100 последних лет научных наблюдений на Байкале подобной беды не случилось ни разу. И раньше, во времена протопопы Аввакума, подобной выходки спирогиры, вероятно, не было ни разу. Где же загадка? Постоянно проживающие на берегу Байкала жители сбрасывают в озеро ежегодно около 50 т неорганического фосфора. Общее количество неорганического фосфора в Байкале – 308 000 т, т. е. примерно в 6000 раз больше. Значительная часть фосфора к тому же ежегодно утекает с водами Ангары. Ничтожная ежегодная добавка – 1/6000 часть – не могла бы вызвать и не вызвала эвтрофикацию всего озера. Представьте себе, что вам принесли горшок с горохом, но повар ошибся и положил одну лишнюю горошину. Вырастет ли ваш вес?

Зато добавка «горошины» антропогенных питательных веществ в мелководье Байкала действительно могла бы легко вызвать эвтрофикацию прибрежной зоны, если бы она была отделена от открытого Байкала водонепроницаемой стеной, ведь ее объем равен всего пяти кубокилометрам, а объем всего Байкала равен 23 тысячам кубокилометров.

Но стены-то нет. Почему же вода мелководий не обменивается с водой открытого Байкала? Это очень сложная задача из области гидродинамики, для решения которой требуются талантливые физики, математики; не имитационные, а более сложные математические модели; нужны эксперименты во вращающихся опытовых бассейнах, нужны новые натурные наблюдения.

К тому же надо объяснить не только эвтрофикацию мелководной зоны, но и взаимосвязь всех происходящих одновременно кризисных событий: безудержное развитие спирогиры – гибель губок – безудержное развитие ядовитых цианобактерий.

Массовая гибель популяций морских губок наблюдается в мире повсеместно – в Мексиканском заливе, в Карибском море, в Северной Атлантике, в Средиземном море, на Большом Барьерном рифе. Правда, массовая гибель пресноводных губок описана нами впервые. Причину массовой гибели морских губок пытаются установить ведущие биологи многих стран мира, грешат на заражение неизвестными микробами, на глобальное потепление климата, на яды антропогенного происхождения, на возросшее поступление питательных веществ. Работы ведутся, начиная с середины XX века, но к успеху не привели, причины так и остаются неизвестными.

Байкал – гораздо более простая экосистема, чем Мировой океан, и во многом можно было бы разобраться года за три, если бы были деньги. Нельзя работать без реактивов и «расходников», без ремонта приборов, без оплаты аутсорсинга, никто нам в долг не поверит.

Какого-либо специального фонда для разрешения кризисных экологических ситуаций в стране нет, обычного же финансирования не хватает. Естественно, что еще в 2011 г. мы доложили научному сообществу и политическим руководителям всех уровней о кризисе, но деньги от этого не появились.

На принятую в 2012 г. Федеральную целевую программу «Об охране озера Байкал и социально-экономическом развитии Байкальской природной территории» выделено 57 млрд рублей, но ничего не выделено байкальской науке, а нам нужно всего лишь 0,4% от этой суммы, чтобы попытаться понять, что происходит. Без более глубокого понимания трудно надеяться на то, что предлагаемые меры дадут ожидаемый эффект.

На Байкале из 29 сооружений для очистки бытовых стоков поселков и объектов рекреации работает только два, и даже они не обеспечивают предписываемого Законом качества очистки стоков. Нужны не обычные сооружения с биологической очисткой, а специальные установки, в которых доочистка от соединений азота и фосфора производится благодаря специальным технологиям и применению реагентов. Обычное очистное сооружение с биологической очисткой стоков для крупного Байкальского поселка будет стоить 400 млн рублей. Сооружение с дополнительной доочисткой от питательных элементов – азота и фосфора – будет стоить раза в два дороже. А ведь на всем западном побережье Байкала нет не только очистных сооружений, но и системы канализации, без которой эти сооружения бесполезны.

Еще лет 20 назад можно было надеяться, что Байкал справится с человеческими отходами сам. По дороге, ведущий из Иркутска в пос. Листвянка – это самая близкая к Иркутску «визитная карточка» Байкала – пробегало несколько десятков машин, бродили стада коров, и машины уступали им дорогу. По данным ГАИ, в один из дней 2015 г. Листвянку посетило три тысячи автомобилей, и в каждом сидело в среднем по четыре человека. Канализации на большей части территории Листвянки нет, загрязненные стоки из жилых домов и гостиниц с подземными потоками так или иначе попадают в Байкал.

Строительство очистных сооружений и канализации на берегу Байкала потребует много времени и сил.

Однако представим себе на минуту, что наука была не права, не сумев провести достаточно детальных и убедительных исследований. Окажется, что деньги на систему удаления фосфора были потрачены неэффективно. Но очистные сооружения нужно строить, так сегодня требует Закон. Так бывает – политики часто вынуждены принимать решения в условиях недостатка информации, но лучше, чтобы информация была.

Сейчас необходимо разработать и испытать на деле различные системы удаления фосфора из стоков, а в идеале – доказать, что благодаря этому экологический кризис на Байкале может быть остановлен и повернут вспять – это предмет науки.

Известно, что скупой платит дважды. Я уверен в том, что опытно-промышленные установки будут созданы и испытаны, а деньги найдутся. Сегодня отношение к этой проблеме заметно изменилось.

Черный лебедь

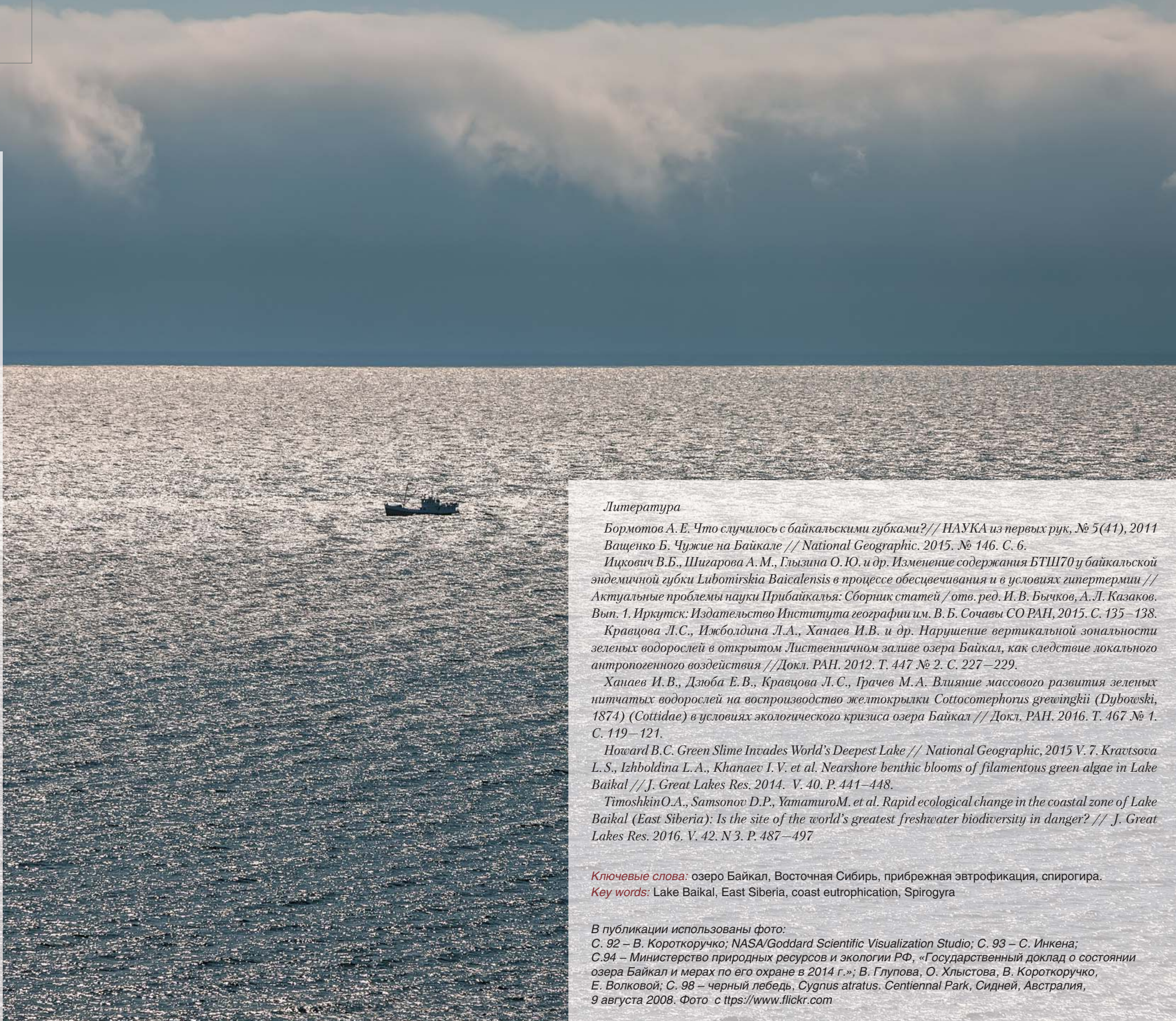
Кризис на Байкале стал совершенно неожиданным, и вряд ли его можно было предсказать.



Есть такой знаменитый американский философ, математик, экономист и успешный игрок на бирже, Нассим Николас Талеб. Родился он в Ливане в 1960 г. Знаменитую Гарвардскую школу экономики он называет Советско-гарвардской школой экономики, которая своей главной задачей считает предсказание курсов акций и благополучия государства. Как он говорит, в этой школе есть кафедра орнитологии, где в клетке содержат птиц, а профессора учат птиц летать – машут рукавами, поднимают ногу, опускают нос. Месяца через три птиц отпускают. И, о чудо! Птицы научились, они летят и улетают прочь. Слава прекрасным экономистам! Прекрасная школа!

Талеб ввел понятие «черного лебедя». Наши экономисты, кажется, о нем слышали. «Черный лебедь» – редкое событие большой амплитуды, которое совершенно невозможно предсказать в принципе, даже если есть компьютеры любой мощности. Обычными «советско-гарвардскими» методами нельзя пользоваться для игры на бирже для того, чтобы предсказывать климат или цены на нефть и курс доллара, результат настоящего научного исследования, будущее состояние Байкала – потому что все это – сложные системы, в которых бесконечно малые причины могут рождать бесконечно большие последствия. Талеб извлек выгоду из понимания черного лебедя, его секрет был в том, что встретить «черного лебедя» он всегда был готов, и в результате преуспел.

Не понадеялся он на русский авось. Надеюсь, что и мы сумеем понять и обуздать своего байкальского «черного лебедя».



Литература

- Бормотов А. Е. Что случилось с байкальскими губками? // НАУКА из первых рук, № 5(41), 2011
- Ващенко Б. Чужие на Байкале // National Geographic. 2015. № 146. С. 6.
- Ицкович В. Б., Шугарова А. М., Глызина О. Ю. и др. Изменение содержания БТШ70 у байкальской эндемичной губки *Libotirskia Baicalensis* в процессе обесцвечивания и в условиях гипертермии // Актуальные проблемы науки Прибайкалья: Сборник статей / отв. ред. И. В. Бычков, А. Л. Казаков. Вып. 1. Иркутск: Издательство Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2015. С. 135–138.
- Кравцова Л. С., Ижболдина Л. А., Ханаев И. В. и др. Нарушение вертикальной зональности зеленых водорослей в открытом Лиственничном заливе озера Байкал, как следствие локального антропогенного воздействия // Докл. РАН. 2012. Т. 447 № 2. С. 227–229.
- Ханаев И. В., Дзюба Е. В., Кравцова Л. С., Грачев М. А. Влияние массового развития зеленых нитчатых водорослей на воспроизводство желтокрылки *Cottocomephorus grewingkii* (Dybowski, 1874) (Cottidae) в условиях экологического кризиса озера Байкал // Докл. РАН. 2016. Т. 467 № 1. С. 119–121.
- Howard B. C. Green Slime Invades World's Deepest Lake // National Geographic, 2015 V. 7. Kravtsova L. S., Izhboldina L. A., Khanaev I. V. et al. Nearshore benthic blooms of filamentous green algae in Lake Baikal // J. Great Lakes Res. 2014. V. 40. P. 441–448.
- Timoshkin O. A., Samsonov D. P., Yamamuro M. et al. Rapid ecological change in the coastal zone of Lake Baikal (East Siberia): Is the site of the world's greatest freshwater biodiversity in danger? // J. Great Lakes Res. 2016. V. 42. N 3. P. 487–497

Ключевые слова: озеро Байкал, Восточная Сибирь, прибрежная эвтрофикация, спиригира.
Key words: Lake Baikal, East Siberia, coast eutrophication, Spirogyra

В публикации использованы фото:
 С. 92 – В. Короткоручко; NASA/Goddard Scientific Visualization Studio; С. 93 – С. Инкена;
 С. 94 – Министерство природных ресурсов и экологии РФ, «Государственный доклад о состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2014 г.»; В. Глупова, О. Хлыстова, В. Короткоручко, Е. Волковой; С. 98 – черный лебедь, *Cygnus atratus*. Centennial Park, Сидней, Австралия, 9 августа 2008. Фото с <https://www.flickr.com>