

Меморандум по результатам встречи экспертов, состоявшейся по инициативе представителя Президента РФ по Сибирскому федеральному округу Н.Е. Рогожкина для обсуждения проблемы широкомасштабного экологического кризиса, произошедшего в Байкале в 2011г. и продолжающегося по настоящее время.

Иркутск

26.10.2015

Оглавление

Преамбула	1
1. Фактология.....	2
1.1. Фактор глобального потепления климата и фактор изменения уровня.....	2
1.2. Нитчатые водоросли	2
1.3. Губки и цианобактерии.....	2
1.4. Цианотоксины и сакситоксин	3
2. Мировой опыт.....	3
3. Возможные причины.....	3
4. Прогнозы развития ситуации	5
5. Предложения и мероприятия	5

Преамбула

В 2011 г. в мелководной зоне озера Байкал произошло крупное изменение, не имеющее прецедентов за последние 100 лет научных исследований озера – в огромных количествах размножилась зеленая нитчатая водоросль рода Спирогира. В последующем водоросль захватила участки дна на глубинах 5-25 м. Байкальскую воду в местах распространения водоросли не могли пить ни люди, ни животные. В последующие годы развитие водоросли постепенно усиливалось, к ней присоединились водоросли других родов, и в настоящее время заросли водоросли охватывают практически все мелководное побережье Байкала. Водоросль встречается чаще и более изобильно в районах прибрежных поселков и объектов рекреации, а также вблизи очистных сооружений, сбрасывающих в Байкал плохо очищенные бытовые сточные воды.

Начиная с 2012 г. стала наблюдаться массовая гибель эндемичных байкальских губокнескольких видов. Байкальские губки – животные-фильтраторы – до начала экологического кризиса в Байкале на каменистых грунтах встречались по всей окружности озера на глубинах до 25 и более метров и, будучи фильтраторами, обеспечивали высокую прозрачность окружающей их воды, что особенно привлекало туристов-дайверов. В начале заболевания на губках можно было заметить бледно-розовые пятна, в соскобах с этих пятен было обнаружено несколько видов цианобактерий, которые в последнее время размножились на поверхности грунтов на мелководье в значительных количествах. В некоторых из этих цианобактерий были найдены гены цианотоксинов (микроцистинов), а также признаки

присутствия генов, участвующих в синтезе чрезвычайно опасных нервно-паралитических токсинов – сакситоксинов, и сами сакситоксины.

Показательным признаком системного кризиса стало исчезновение августовского нерестующего стада эндемичного бычка-желтокрылки.

В приложении приведены карты-схемы, соответствующие изложенным выше данным.

1. Фактология

В поисках причин системного кризиса было рассмотрено несколько факторов.

1.1. Фактор глобального потепления климата и фактор изменения уровня

Выяснилось, что в последние годы вблизи Байкала имело место не потепление, а небольшое похолодание. Наблюдавшиеся ранее небольшие колебания температуры и уровня за многие десятилетия ни разу не вызвали не только столь масштабного экологического кризиса, но и вообще каких-либо серьезных изменений ни в пелагиале озера, ни на мелководье.

1.2. Нитчатые водоросли

Спирогира - весьма широко распространенная нитчатая водоросль, встречающаяся в водоемах и водотоках по всему миру. В Байкале она изредка встречалась и ранее, но была чрезвычайно малочисленна. Существует около четырехсот видов этой водоросли. Сама по себе водоросль не ядовита, но присутствие ее в больших количествах является признаком эвтрофикации.

1.3. Губки и цианобактерии

Массовая гибель губок и развитие токсин-содержащих цианобактерий могли быть инициированы первым актом байкальского экологического кризиса – эвтрофикацией прибрежной зоны, что привело к изменению сообществ многих организмов. В морских акваториях живут сотни видов морских губок. Иногда в популяциях этих губок наблюдаются массовые заболевания и гибель. Такие эпидемии много раз имели место, например, в Средиземном море и в Мексиканском заливе. Изучение болезней и гибели морских губок ведется с начала 1970 годов, но причины возникновения ни одной из эпидемий не установлены. Предположение о глобальном потеплении климата в качестве причины эпидемии не подкреплено достаточным объемом научных данных. Установление причин губельной эпидемии среди эндемичных байкальских губок будет трудной задачей, решить которую, однако, необходимо хотя бы в связи с тем, что гибель губок на всем периметре Байкала является крупным неблагоприятным явлением, наносящим очевидный ущерб ценности Байкальского участка мирового природного наследия, который Россия обещала мировому сообществу защищать. Мы можем предположить, что гибель губок связана с развитием спирогиры. Известно, что экстракты спирогиры иногда могут стимулировать развитие некоторых цианобактерий.

1.4. Цианотоксины и сакситоксин

Обнаруженные на отмерших губках и на свободном грунте цианобактерии, которые, как выяснилось, выделяют цианотоксины и сакситоксины, представляют определенную опасность для здоровья людей, получающих питьевую воду из байкальских водозаборов – нужен регулярный мониторинг этих токсинов.

2. Мировой опыт

Рассмотрим коротко историю Боденского озера, находящегося на границе Германии, Австрии и Швейцарии. Из этого озера вытекает река Рейн. Еще в 1950-ые годы биологами были замечены первые признаки эвтрофикации Боденского озера, которые привели к смене видов свободно плавающих водорослей – фитопланктона. Эвтрофикация стала очевидной, когда концентрация растворенного фосфора выросла от 7 мкг/л в начале 1950-ых до 80 мкг/л в начале 1970-ых годов. Правительствами Германии и Швейцарии было принято решение вернуть Боденское озеро в первозданное состояние. Были выполнены расчеты, согласно которым годовой сброс растворенного фосфора в Боденское озеро не должен был превышать пятьсот тонн. Обычные очистные сооружения, основанные на биологической очистке стоков, плохо удаляют фосфор, поэтому были построены специальные и очень дорогие сооружения с комплексной очисткой, предусматривающие использование химических реагентов, а также меры, снизившие неорганизованный сток фосфора с сельскохозяйственных угодий. К 1995 году фосфорную нагрузку удалось снизить до 500 тонн в год, а концентрацию фосфора к 1998 году - до 18 мкг/л. В озеро вернулся «первозданный фитопланктон» и эвтрофикация прекратилась. Объем Боденского озера составляет 50 км³, а объем Байкала – 23 000 км³, то есть в 460 раз больше.

3. Возможные причины

Общее количество P-PO₄, которое поступает в озеро Байкал от живущего на его берегах коренного населения (101 000 чел.), составляет около шестидесяти тонн. Отметим, что концентрация P-PO₄ составляет 16 мкг/л в глубоких слоях, на средних глубинах 10 мкг/л, а в прибрежной зоне в зависимости от развития водорослей и фитопланктона может колебаться от аналитического нуля до 5 мкг/л. Общее содержание P-PO₄ в Северной котловине Байкала составляет 85 000 тонн. Таким образом, прибавка P-PO₄ в размере 6 тонн, ничтожно малая величина, составляющая 0,007% от общего количества P-PO₄ в Северной котловине. Поэтому возможность эвтрофикации Байкала всерьез никем не рассматривалась..

В период с 2012 по 2015 год нами было проведено 29 базирующихся на научно-исследовательских судах экспедиций. Наиболее детально были изучены участки вблизи п. Листвянка и Большие Коты в Южном Байкале, где канализации нет и бытовые стоки обычно сбрасываются хозяевами домов и других объектов в так называемые септики, из них – на грунт, и затем попадают в Байкал., а также северно-западная оконечность Байкала в районе впадения реки Тья, где находятся не дающие необходимой степени очистки коммунальные

очистные сооружения г. Северобайкальска, в которые сбрасываются канализованные бытовые стоки от примерно 12 500 жителей города, канализованного только наполовину.

На мелководье Байкала вблизи устья р. Тья, наблюдается бурное развитие спирогиры в фотическом слое, до глубины 50 м. Далее, под действием течений и ветра, она, по-видимому, распространяется направленным против часовой стрелки циклоническим течением, и ее массы штормами выбрасываются на берег на протяжении 5-7 км от устья. Очистные сооружения г. Северобайкальска крайне плохо удаляют из стоков фосфор, концентрация растворенного P-PO₄ составляет 6 мг/л как до, так и после очистки. Общий годовой сброс P-PO₄ коммунальными сооружениями Северобайкальска составляет 6 тонн. Коммунальные очистные сооружения Северобайкальска выбрасывают P-PO₄ в такой концентрации, которая в шесть раз превышает норматив для очищенных стоков, сбрасываемых в реки-притоки Байкала, и в тысячу раз превышает естественную концентрацию этого элемента в Байкале. Казалось бы это и есть причина кризиса – эвтрофикация Байкала, однако ситуация не так проста.

Как мы видели выше, кризис в экосистеме Байкала выразился в том, что отчетливые признаки эвтрофикации проявились не во всем объеме озера, а лишь в его прибрежной части. Отчетливые биологические признаки избыточного поступления питательных веществ наблюдаются в прибрежной призме воды глубиной 25 м. Допустим, что ширина этой зоны также равна 25 м, умножив произведение этих двух величин на длину всей береговой линии Байкала длиной 2000 км мы можем получить объем прибрежной призмы в расчете на всю акваторию Байкала. Этот объем составит 1,25 км³. Приняв, что концентрация P-PO₄ в водах прибрежной призмы составляет 5 мкг/л, мы можем заключить, что общее количество P-PO₄ в ней составляет около 6 т. Добавка «антропогенного» P-PO₄, равная примерно 60 тоннам, была бы весьма существенной именно для прибрежной зоны.

Можно представить себе два сценария оккупации спирогирой прибрежного мелководья. Согласно первому сценарию, поступление P-PO₄ с неочищенными и плохо очищенными стоками из расположенных на берегу источников – плохо работающих очистных сооружений, септиков, с водами рек, в которые сбрасываются недостаточно очищенные стоки, приводит к массовому развитию водорослей на прилегающем к источнику фосфора участке байкальского мелководья; здесь водоросли быстро развиваются и затем течением спирогиры разносится по всему периметру озера. Второй сценарий – спирогира развивается на тех участках акватории, вода в которые поступает из антропогенных источников с подземными водами, разгружающимися непосредственно в Байкал на глубине порядка нескольких метров. По данным Росприроднадзора, на Байкале имеется 29 коммунальных очистных сооружений, из которых работают только два, и даже очищенные стоки из этих сооружений не удовлетворяют установленным для Байкала требованиям (нормам допустимого воздействия на экосистему озера Байкал). В последние годы на Байкале чрезвычайно резко выросло нецивилизованное водопотребление. В непосредственной близости от воды здесь построены многочисленные загородные дома, дачи, гостиницы различного размера. Только на острове Ольхон, длина которого составляет 70 км, работают 60 частных гостиниц. В 2014 году остров Ольхон посетило около 800 000 чел. Районы размещения объектов рекреации не канализованы. Бытовые стоки от этих объектов, как правило, снабжены так называемыми септиками – примитивными трехсекционными очистными сооружениями. В соответствии с общероссийскими СНиП и действующей

практикой, септики освобождают стоки от взвешенных веществ, а осветленная вода направляется на грунт. Приемными участками осветленной воды для септика должны быть канавы, заполненные либо гравием, либо песком, из которых дополнительно очищенная вода сбрасывается на ландшафт. Естественно, что в этом случае никакой очистки от растворенного P-PO₄ не происходит, а вода из канав по подземным водотокам поступает непосредственно в мелководную зону Байкала.

Туризм на Байкале достиг массовых размеров. По данным геопортала Байкал и Иркутская область, и Республика Бурятия приняли в 2014 г. по одному миллиону туристов, а оборот этого бизнеса составил около десяти миллиардов рублей. Скорее всего, именно неконтролируемое развитие плохо оснащенного технологически туризма и привело к первому акту экологического кризиса – массовому развитию зеленой нитчатой водоросли спирогиры и других водорослей в прибрежном мелководье озера Байкал.

4. Прогнозы развития ситуации

Размножение цианобактерий приводит к накоплению в воде различных токсинов и ранее было показано, что это сопровождается гибелью организмов из разных таксономических групп. Неблагоприятное развитие ситуации может привести к угрозе качеству воды в водозаборах, и нанести ущерб здоровью людей.

5. Предложения и мероприятия

Казалось бы, выход очевиден – нужно ремонтировать и строить новые коммунальные очистные сооружения в местах массовой рекреации и в населенных пунктах на берегу Байкала, очищать стоки до требуемых нормативов, и только после этого можно будет сбрасывать их в озеро. Понятно, что на первом этапе необходимо построить водопроводы и системы канализации, так как без них очистные сооружения работать не смогут. Однако, прежде чем принимать окончательное решение, нужно провести дополнительные фундаментальные научные исследования (которые необходимы также для понимания описанных ниже проявлений экологического кризиса), и разработать комплексную схему водопотребления и водоотведения на берегу озера Байкал. Нужно привлечь квалифицированных инженеров и провести не только фундаментальные исследования, но и опытно-конструкторские разработки, построить и испытать опытно-промышленные сооружения.

Стоимость одного типового коммунального очистного сооружения, использующего биологическую очистку стоков, для такого типичного байкальского населенного пункта как г. Северобайкальск, по предварительным данным может составить до 500 млн. рублей, при этом такое сооружение будет уменьшать концентрацию многих примесей, но не будет изменять концентрацию растворенного P-PO₄. В г. Северобайкальске концентрация P-PO₄ в неочищенных стоках, по данным одного из многочисленных наблюдений, в октябре 2015 г. составила 6 мг / л; в очищенной сточной воде эта концентрация не изменялась и составляла те же 6 мг/л, о чем уже было написано выше. Для полного удаления фосфора, очистные

сооружения необходимо дополнить специальными установками, осуществляющими химическую очистку – осаждение фосфора трехвалентным железом или алюминием. Как упоминалось выше, подобные сооружения были построены на Боденском озере, что позволило вернуть это одно из самых больших озер Европы почти в первоначальное состояние, но такие установки в несколько раз дороже обычных станций биологической очистки, что усугубляет трудность разрешения байкальского экологического кризиса.

Радикальным решением вопроса могло бы служить сооружение проложенного по всему периметру озера кольцевого трубопровода для транспортировки частично очищенных стоков за пределы водосбора, на специальную крупномасштабную установку ниже истока реки Ангара. Принципиально это разрешимая задача, и Байкал заслуживает именно такой охраны, но не будем забывать, что длина периметра Байкала составляет около 2000 км.

Необходимо с помощью фундаментальных и прикладных исследований доказать, что удаление фосфора из антропогенных стоков позволит предохранить Байкал от эвтрофикации прибрежной зоны. Соответствующий опытно-промышленный эксперимент должен быть проведен в г. Северобайкальск. В этой точке было бы необходимо испытать и подтвердить работоспособность усовершенствованного очистного сооружения, в том числе подтвердить его морозостойкость. Благодаря работе экспериментального очистного сооружения избыточная спиригира должна исчезнуть с этой площадки, на которой происходит ее наиболее бурное размножение, а биомасса погибшей водоросли либо утонет, либо постепенно будет выброшена штормами на северо-западный берег. После получения данных опытно-промышленного эксперимента можно будет выбрать наиболее рациональную концепцию водопотребления и водоотведения на озере Байкал.

В течение нескольких ближайших лет необходимо проводить самый детальный экологический мониторинг экосистемы озера Байкал, в том числе его прибрежного мелководья силами организации, обладающей необходимым потенциалом: кадрами, методиками, флотом. В реально существующих условиях такой организацией может быть только Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук. Необходимо дать Институту соответствующие государственное задание.

Совершенно очевидно, что охрана озера Байкал, ответственность за которую возложена на Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, находятся в весьма запущенном состоянии. Об этом Лимнологический институт неоднократно докладывал властям, но за последние четыре года эти доклады не возымели никакого практического действия. Не лучше обстоят дела и на наземном участке Байкальской природной территории, где неэффективно расходуются средства Федеральной целевой программы «Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012-2020 гг.». Проведенные мероприятия не смогли обеспечить охрану Байкала – целевого объекта программы, хранилища 90% поверхностных пресных вод России, общечеловеческой ценности, участка мирового природного наследия. Допущено массовое неконтролируемое развитие дикого туризма на озере, не сопрягающееся с его надлежащей охраной. Более того, популистские решения законодателей, например, беспрецедентное решение о том, что водоохранная зона на Байкале должна простирается от западных до восточных вершин водораздельных хребтов Байкала, запрет многих видов хозяйственной деятельности на Байкальской природной территории, требования об

экологической экспертизе абсолютно всех строящихся на этой территории объектов, лишают население территории многих прав, дарованных ему Конституцией Российской Федерации, и делают жизнь на Байкальской природной территории весьма сложной. Об этом член Совета Федерации от Республики Бурятия Арнольд Кириллович Тулохонов в октябре 2015 г. написал генеральному прокурору Российской Федерации Ю.Я. Чайке.

Необходимо поручить Российской академии наук в соответствии с законом о Российской академии наук комплексную экспертизу современного состояния экологической системы озера Байкал и эффективности мероприятий ФЦП «Охрана озера Байкал...». На основании полученных результатов необходимо внести радикальные изменения в закон Российской Федерации «Об охране озера Байкал», на основе измененного закона обеспечить бережное использование озера, и, если это получится, ликвидировать вредные последствия экологического кризиса, начавшегося в 2011 г.

Участники совещания

Федеральный инспектор в Иркутской области аппарата полномочного представителя Президента Российской Федерации (Иркутск)

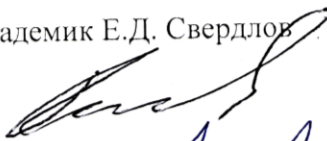
А.Э. Соковиков

Зав. лабораторией Института биоорганической химии им. Академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН (Москва)



Директор Института Систематики и экологии животных СО РАН (Новосибирск)

Академик Е.Д. Свердлов



Главный научный сотрудник Лимнологического института СО РАН (Иркутск)

Д.б.н. В.В. Глухов



Врио директора Лимнологического института СО РАН (Иркутск)

Академик М.А. Грачев



К.б.н. О.Н. Павлова

Зав. лабораторией водных беспозвоночных Лимнологического института СО РАН (Иркутск)

Д.б.н. О.А. Тимошкин



Руководитель группы цианобактерий Лимнологического института СО РАН (Иркутск)

К.б.н. О.И. Белых



Руководитель группы водолазных исследований Лимнологического института СО РАН (Иркутск)

С.н.с И.В. Ханаев

В составлении данного материала в том, что касается состояния байкальских губок, использовался также отчет ученых Средиземноморского института биоразнообразия и экологии (Марсель, Франция), Пьери Тереза и Александра Ересковского.