

охранных мероприятиях; для студентов экологических специальностей ВУЗов.

База данных передана для регистрации в ФИПС Российской Федерации.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Шпейзер Г.М., Смирнов А.И., Родионова В.А., Минеева Л.А., Макаров А.А., Фролов С.В.
*Иркутский государственный университет,
Кафедра водных ресурсов ЮНЕСКО*

Байкал — уникальное озеро на нашей планете. В его фауне представлены почти все типы животных, обитающих в пресных водоемах. По количеству видов организмов Байкал намного превосходит не только другие континентальные водоемы Палеарктики, но и такие моря, как Азовское, Белое, Балтийское. Богата также флора Байкала. Уникальный органический мир, его обилие и исключительные свойства вод, древность происхождения озера — всё привлекает к нему внимание.

Ежегодно в Байкале воспроизводится около 60 км³ неповторимой по качеству воды. Ее редкая чистота и другие свойства обусловлены жизнедеятельностью животного и растительного мира озера.

В последнее десятилетие всё больше внимания уделяется вопросам охраны и воспроизводства биологических и абиотических ресурсов Байкала и его бассейна. Рациональное их использование — предмет пристального внимания и комплексного исследования десятков научно-исследовательских учреждений Российской академии наук, в том числе Сибирского отделения АН. Учёные Иркутского университета занимаются комплексным изучением озера с 20-х годов прошлого века.

Богатство фауны Байкала, ее структурное своеобразие, резкое отличие от палеарктической легли в основу ее современной зоогеографической оценки. Л.С.Берг выделил Байкал в самостоятельную зоогеографическую подобласть Голарктики — Байкальскую. Лишь немногие большие озера мира, например, Каспий, Танганьика, Охридское, приближаются к Байкалу по некоторым особенностям биоты, но ни одно из них не может соперничать с ним по богатству и разнообразию видов.

Своеобразна природа Байкала. Так, здесь за год отмечается больше солнечных дней, чем на прославленных черноморских курортах. И это в центре Сибири, где среднегодовая температура воздуха отрицательная (—1,4°С в Иркутске), встречается многолетняя мерзлота и живут олени — обитатели арктических тундровых просторов (Атлас Байкала, 1993).

Байкал расположен почти в центральной части Азии — между 55°46' и 51°29'с.ш. Его дли-

на 636 км, наибольшая ширина 79,5 км, а наименьшая — 25 км. Длина береговой линии более 2000 км, площадь водного зеркала 31500 км². На озере 22 острова, из них площадь о. Ольхон превышает 700 км². Площадь водосбора Байкала составляет около 570 тыс. км². В озеро впадает более 300 рек и ручьев, а вытекает одна Ангара.

По площади водной поверхности Байкал стоит на восьмом месте в мире, а по глубине нет озер равных ему. Максимальная глубина Байкала (1637 м) приурочена к Средней котловине озера — к югу от м. Ижемей (о. Ольхон), в Южной котловине она достигает 1423 м, а в Северной — 890 м. Байкал обладает колоссальным объемом воды — 23 тыс. км³, что превышает объем всех пяти Великих американских озер, вместе взятых. По этому показателю Байкал уступает только Каспию. В котловине Байкала сосредоточено около 20% мировых запасов поверхностных пресных вод.

Гидрохимические исследования Байкала и некоторых его притоков были начаты еще с момента организации постоянной Байкальской экспедиции Академии наук СССР, однако эти исследования носили эпизодический характер. Планомерные исследования Байкала и рек его бассейна были начаты В. А. Толмачевым (Толмачёв, 1957) и К. К. Вотинцевым (Вотинцев, 1961). В многолетнем аспекте изучен химический состав воды и гидрохимический режим главных притоков озера, и проведено гидрохимическое обследование более чем 250 малых притоков. Составлены гидрохимическая карта и карта гидрохимических фаций бассейна Байкала.

Показано, что по своему фациальному составу воды Байкала по отношению к питающим его речным водам азональны. Если большинство притоков несет воды гидрокарбонатно-кальциево-кремнеземной или даже гидрокарбонатно-кремневой-кальциевой гидрохимической фации, что характерно для рек горной зоны, то воды Байкала относятся уже к гидрокарбонатно-кальциево-сульфатной фации. Это обусловлено процессами метаморфизации речных вод в озерные. Количественно оценен сток отдельных химических компонент, вносимых реками в Байкал и общий химический речной сток. Был изучен химический состав воды и гидрохимический режим Байкала по всей акватории озера от поверхности до дна. Особое внимание было уделено изучению глубинной области Байкала. Установлена стабильность ионного состава воды открытых районов озера на всех его глубинах при ярко выраженных сезонных изменениях, вертикальной стратификации и широтных различиях в динамике соединений биогенных элементов, органического вещества и компонент газового состава вод озера.

Химический состав вод в реках бассейна Байкала формируется в основном под влиянием слабо выщелачиваемых изверженных и метамор-

фических пород архея и протерозоя. Это определяет сходство гидрохимического состава поверхностных вод бассейна озера по соотношению ионов их принадлежность к первому типу гидрокарбонатно-кальциевых вод (по классификации О.А.Алекина). (Алекин,1970) и низкую общую минерализацию (до 150 мг/дм³). Лишь немногие реки бассейна, протекающие в районах распространения осадочных карбонатных пород, относятся ко второму типу гидрокарбонатно-кальциевых вод, и минерализация их несколько выше - до 400 мг/ дм³.

Содержание главных ионов в байкальской воде близко к среднему их содержанию в питающих озеро водах. Ионный состав воды Байкала стабилен в пространстве (по глубине и акватории озера) и во времени по сезонам года, тогда как содержание биогенных элементов, органического вещества и компонентов газового состава имеет ясно выраженную стратификацию и закономерные сезонные изменения. Динамика биогенных компонентов определяется жизнедеятельностью населяющих Байкал организмов и протекающими здесь биохимическими и физико-химическими процессами. Так, из 631 тыс. т кремнекислоты, ежегодно поступающей в Байкал с водами его притоков, в озере остается 500 тыс. т, которые увлекаются в донные отложения в виде панцирей диатомовых водорослей и отчасти спикул губок. В донные отложения переходит также 29 тыс. т железа (около 98%). Большая часть органических веществ (3/4), поступающих в Байкал с питающими его водами, минерализуется в течение первого же года.

Концентрация растворённого кислорода в воде озера не падает ниже 9,5 — 10 мг/ дм³ даже на максимальных глубинах, составляет до 70—75% насыщения.

Исследование влияния хозяйственной деятельности человека на экосистему озера Байкал с точки зрения его загрязнения и возможного эвтрофирования основано на изучении тенденций изменения химического состава вод озера с учетом природных и антропогенных источников поступления веществ в озеро и их выноса рекой Ангарой, проведено совместно с Гидрометом (Тарасова, Шимараев, Матвеев и др., 1988).

За показатели загрязнения приняты обусловленные хозяйственной деятельностью минеральные вещества, в том числе сульфаты и хлориды; органические вещества, в том числе нефтепродукты (углеводороды) и фенолы, а также взвешенные вещества.

Главным источником загрязнения атмосферы над акваторией Южного Байкала является БЦБК. Размеры его влияния на озеро и южное побережье оцениваются по результатам ежегодных гидрохимических съемок снежного покрова, проводимых вокруг комбината на площади 200—250 км². Зона влияния БЦБК, определяемая по выпадениям основных групп веществ (минераль-

ные, органические и взвешенные), в некоторые годы выходила за пределы 200 км². Особенно часто это отмечается по показателю «взвешенные вещества».

В воды озера ежегодно в результате хозяйственной деятельности поступает 409 тыс. т минеральных веществ, в том числе 27,2 тыс. т хлоридов, 162 тыс. т сульфатов, 1,5 тыс. т других сернистых соединений, 131 т метилсернистых, 193,5 т фенолов, 13,4 тыс. т нефтепродуктов. Наибольшую нагрузку от результатов хозяйственной деятельности испытывает южный Байкал, где поступление веществ антропогенного происхождения на единицу площади превышает аналогичную величину для Северного и Среднего Байкала: по сульфатам - в 5,2 раза, по хлоридам - в 3,9 раза, по нефтепродуктам - в 7,4 раза.

Сточные воды и атмосферные выбросы БЦБК вносят в южную часть 29,1% минеральных веществ, в том числе 39% сульфатов и 55% хлоридов от общего количества поступающих в озеро от антропогенных источников.

При условии равномерного поступления веществ в озеро Байкал указанная выше антропогенная нагрузка увеличит среднегодовые величины минеральных веществ на 1,78 мг/дм³, сульфатов - на 0,75 мг/ дм³, хлоридов - на 0,12 мг/ дм³, что находится в пределах точности измеряемых компонентов. Казалось бы можно сделать вывод, что изменение химического состава байкальских вод обнаружить в настоящий период не представляется возможным.

На самом же деле своеобразие динамики водных масс (опускание верхней зоны вод в нижнюю и наоборот), впервые отмеченное Толмачевым В.А.(Толмачёв,1957), затем подтвержденное Тарасовой (Тарасова,1975), приводит к тому, что химический состав Байкала неоднороден и непостоянен, вследствие чего в отдельные сезоны года на отдельных горизонтах (включая и глубинные) можно обнаружить загрязненные воды.

Именно благодаря этому явлению на основе многолетних исследований компонентов ионного состава, в том числе сульфатов, в водах глубоководной станции Южного Байкала -12 км от м. Половинного (20 км от Байкальска) показано влияние сточных вод БЦБК (Галазий, Тарасова, 1992).

По содержанию сульфатов (сульфаты, как будет показано ниже, являются индикатором сточных вод БЦБК в водах Байкала) в водах указанной станции Южного Байкала период многолетних исследований можно характеризовать как:

- Период естественного состояния озера - до 1967-68гг. Среднегодовая концентрация сульфатов в глубоководной части Южного Байкала (3,9 мг/ дм³) определялась содержанием указанного компонента в самом многоводном в этом районе озера притока Снежной (3,8 мг/л).

• Период слабого антропогенного воздействия до 1986 года. Среднегодовая концентрация $-4,6 \text{ мг/дм}^3$. Повышенные величины сульфатов обнаружены зимой на глубине 50-100 м. Напомним, что спуск сточных вод БЦБК в озеро производится на глубину 40 м.

• Период сильного антропогенного воздействия - 1986-87 гг. ($6,5 \text{ мг/дм}^3$). Поступление высокого содержания сульфатов (свыше 10 мг/дм^3) в воды глубоководной части озера шло как с поверхности, так и непосредственно в глубинные горизонты.

Учитывая значительное превышение концентрации сульфатов в сточных водах БЦБК (свыше 500 мг/л) над таковой в водах озера и притоков, очевидно, что увеличение сульфатов в глубоководной части озера вызвано влиянием стоков БЦБК. Зная, что в 1983-84 гг. со сточными водами БЦБК поступило в среднем $24,5 \text{ тыс. т}$, а среднегодовая концентрация сульфатов в слое 0-1300 м составляла в этот период $4,7 \text{ мг/дм}^3$, принимая, что водообмен водных масс в 1986-87 гг. был аналогичен таковому в 1983-84 гг., нетрудно подсчитать, что в 1986-87 гг. с БЦБК в Байкал поступило от $22,4$ до $45,4 \text{ тыс. т}$ сульфатов при средней величине $33,9 \text{ тыс. т}$. Возможно ли поступление указанного количества сульфатов с БЦБК? Согласно данным гидрометслужбы поступление сульфатов в 1975 г. достигало $39,9 \text{ тыс. т}$. Кроме того, по данным Бассейновой инспекции г. Иркутска количество очищенных сточных вод БЦБК в озеро примерно такое же, что и недоочищенных стоков. А в недоочищенных стоках содержание сульфатов значительно превосходит концентрацию их в очищенных стоках.

По материалам наблюдений 2005 - 2007 гг. и ряда предыдущих лет можно сделать вывод о некоем динамическом балансе техногенных и природных процессов в экосистеме оз. Байкал в районе расположения БЦБК. Осуществляется

многократное разбавление сточных вод при поступлении в озеро. Поэтому, как и следовало ожидать, химический состав воды в южнобайкальской пелагиали незначительно изменяется на протяжении долгого времени. Отмечаемые здесь флуктуации солевых компонентов природной воды вписываются в ряд многолетних наблюдений и определяются не только сбросом сточных вод как таковым, но и гидрологическим режимом водоема.

Работа выполнена при поддержке программ "Фундаментальные исследования и высшее образование" (проект НОЦ-017 "Байкал") и "Развитие научного потенциала высшей школы (2006-2008 гг.)" (проект РНП.2.2.1.1.7334).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Атлас Байкала. Гл. редактор Г. И. Галазий. М.: Федеральная служба геодезии и картографии России, 1993. - 160 с.
2. Вотинцев К.К. Гидрохимия озера Байкал./ Вотинцев К.К.// Тр. Байкал, лимнологической станции АН СССР.-1961.-Т.20.-311 с.
3. Галазий Г.И., Тарасова Е.Н. О фоновом содержании сульфатов в водах Байкала./ Галазий Г.И., Тарасова Е.Н. // География и природные ресурсы. - 1993. - т. 3. - С. 71-76.
4. Тарасова Е.Н., Матвеев А.А., Шимараев М.Н. и др. Роль отдельных источников в поступлении химических веществ в озеро Байкал./ Тарасова Е.Н., Матвеев А.А., Шимараев М.Н. и др. // Состояние и перспективы развития методологических основ химического и биологического мониторинга поверхностных вод суши. - Ростов-на-Дону, 1988.-С. 87.
5. Толмачев В. А. Некоторые гидрохимические показатели внутреннего водообмена в Байкале./ Толмачев В. А. // Докл. АН СССР. - 1957. - т. 113, № 3. - С. 1011-1013.

Экономические науки. Актуальные проблемы фундаментальных исследований

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ПРОБЛЕМНОГО РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ)

Аносова С.В., Мишук С.Н., Хавинсон М.Ю.
Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН
Биробиджан, Россия

В настоящее время уровень развития экономики Еврейской автономной области (ЕАО) значительно уступает по ряду показателей уровню других субъектов Дальневосточного федерального округа (ДФО)¹. Состояние промыш-

ленного потенциала, относительно высокий уровень безработицы, низкие реальные доходы населения позволяют отнести ЕАО к отсталому региону, имеющему имидж территории малопригодной для комфортного проживания и развития предпринимательства [2, 3].

Негативные тенденции, происходящие в экономике области в целом, в значительной мере определяются процессами, протекающими в промышленном комплексе ЕАО.

Динамика спада в промышленности области на протяжении 1991-2004 гг. превышает средние показатели, как по Российской Федера-

¹ Еврейская автономная область образована 7 мая 1934 года. Расположена на юге Дальнего Востока. Удельный вес валового регионального продукта

(ВРП) ЕАО в ДВФО составляет 1,4%. Население - 186 тыс. чел. или около 3% населения ДВФО. Площадь территории ЕАО 36,3 тыс. кв. км.