

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ БАЙКАЛА И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ

Т.Т. Тайсаев

Бурятский государственный университет, Улан-Удэ, Россия, taisaev@bsu.ru

GEOCHEMICAL BARIERS OF LAKE BAIKAL AND THEIR ECOLOGICAL SIGNIFICANCE

T.T. Taisaev

Buriat State University, Ulan-Ude, Russia, taisaev@bsu.ru

In this article the author depicts different geochemical borderlines of Lake Baikal. The author emphasis mechanical, physical-chemical, biochemical and integrated barriers. One of the main geochemical barriers is situated in deltas of the big rivers such as the Selenga, the Barguzin, the Nijnyaya Angara.

Учение А.И. Перельмана о геохимических барьерах является приоритетным направлением в изучении биосферы, гипергенных и гидротермальных систем [6]. Геохимические барьерные зоны (ГБЗ) морей, типа контакта «река-море» и их классификация предложены А.П. Лисицыным и Е.М. Емельяновым [4,7]. По А.П. Лисицыну, геохимические барьеры морей – это маргинальные фильтры (МФ); гравитационные, физико-химические и биологические. Гравитационный МФ возникает при снижении скорости речного потока и выпадении крупных взвесей – песка и алевритов. За ним формируется физико-химический МФ, связанный с выпадениями тонкой подвижной взвеси – мелкого алеврита и пеллита, обогащённого коллоидным веществом. Здесь происходит сорбция и десорбция – взаимодействие тонкодисперсного и растворённого органического вещества. Эти процессы при освещении воды, богатой биогенными элементами, и увеличении мощности фотосинтеза благоприятствуют развитию фито- и зоопланктона – биологического фильтра. Биофильтр отделяет растворённые форм элементов в воде от взвешенных. Организмы фито- и зоопланктона отфильтровывают все частицы взвеси и связывают их в крупные комки-пеллеты, быстро опускающиеся на дно. Эти подходы приложимы и к Байкалу. Дельты Селенги, Верхней Ангары и Баргузина на Байкале формируются в рифтогенных нефтегазоносных и артезианских бассейнах термальных и метановых вод. Они возникли в геологически активных зонах с высоким энергетическим потенциалом, связанным с новейшими и современными тектоническими движениями и явлениями. Преобладающие опускания в неоген четвертичное время способствовали накоплению во впадинах мощной толщи песчаных и алевритовых осадков с повышенным содержанием органического вещества и генерацией углеводородов [9].

С высокой сейсмичностью и частыми катастрофическими землетрясениями связаны опускания блоков в дельте и авандельте, обновление рельефа, проявление грязевого вулканизма, возникновение тепловых аномалий. В дельте р. Селенги сформировались новые высокопродуктивные экологические ниши – заливы Посольский, Истокский и Провал.

В дельтах эпицентральные поля с роем очагов землетрясений контролируют места разгрузки углеводородов и гидротерм. Так, в дельте Селенги вдоль современных разломов со дна озера ежегодно

всплывает десятки тонн нефти и выделяется в атмосферу млн т. метана. При сильных землетрясениях возможно разрушение газогидратного слоя на юге Байкала толщиной до 400 м [6]. Газогидратный слой экранирует вертикальную миграцию углеводородов в воды Байкала и благоприятствует накоплению газов под ним. Этот слой как механический барьер выполняет экологическую роль, препятствует поступлению в воды Байкала метана и углекислого газа – факторов риска для биоты. Важно то, что природные газогидраты находятся в условиях близких к границе фазовой устойчивости, поэтому небольшие изменения давления и температуры могут привести к разрушению при сильных землетрясениях. В осадках Байкала в районе залегания газогидратов высока активность метанотрофных и сульфатредуцирующих бактерий [1]. Поток углеводородов перехватывается окисляющими их анаэробными бактериями и создают биофильтр, ослабляющий поступление в воды Байкала рассеянных углеводородов.

Экосистемы дельт, особенно Селенги, формируются под мощным влиянием углеводородного потока – энергии былых биосфер (нефти, газа, лигнитов) и теплового потока в условиях активного лавинного осадконакопления. Крупные реки выносят в Байкал огромное количество влекомых и взвешенных наносов и растворенного органического вещества (РОВ). С болотных массивов дельт усиленно поступает в озеро биогенных элементов – Fe, P, N, Si и др. в составе РОВ. Паводки ежегодно в дельте осаждают взвесь на поймах и озёрах, постоянно обновляют минеральное питание пойменных экосистем.

Высокая сейсмичность вызывает у животных «сейсмический стресс», который в сочетании с эколого-геохимическими условиями является фактором хромосомного видообразования [2]. Такая изменчивость на юге Байкала выражена у хомячков и полёвок. Бурное формообразование проявлено и у бычков [13], отличающихся большим видовым разнообразием (2 вида, 11 подвигов). Бычки формируют кормовую базу всех ценных рыб озера. Исследование связи сейсмичности и видообразования в Байкале – актуальная проблема.

В дельте Селенги фитопланктон по биомассе в 3-5 раз, а по численности до 15 раз больше фитопланктона открытой части озера [10]. Биомасса фитопланктона здесь составляет 937-1025 мг/м³. Характерно большое биоразнообразие и массовых форм фитопланктона. Примечательно то, что на Байкале проявлено подлёдное (февраль, март, апрель и май) развитие планктона. Основная биомасса его сосредоточена в верхнем 5-25 метровом слое воды. Биомасса некоторых видов водорослей колеблется от 3-5 до 150-200 г/м³ и достигает показателей эвтрофных водоёмов с цветением воды. Бурное развитие фитопланктона весной связано с проникновением солнечной радиации через прозрачный лёд и прогревом слоя воды на 1-2⁰ С.

Сказанное дополняется выявлением криофитных сообществ [8] – огромные подлёдные скопления колоний –нитей диатомовых водорослей. Они со временем осаждаются на дно и служат пищей зообентоса. Этот период (март-май) совпадает с пиком размножения ракообразных моллюсков, бычков – кормовой базы ценных рыб [13]. Так, на Байкале формируются биологические барьеры, представленные бурным развитием фито- и зоопланктона, бентосных организмов и промысловых рыб. В дельтах в течение год формируются две взаимосвязанные плёнки жизни – верхняя подлёдная (фитопланктонная) и донная (бентосная). Этим объясняется хорошая упитанность омуля и других видов весной и в июне, когда начинается путина.

На развитие биогеохимических процессов в дельтах Байкала – холодного водоема велико влияние теплового потока и очагов разгрузки гидротерм, усиливающих поступление элементов в биологический круговорот.

В дельтах в зависимости от направления потоков вещества в природной системе формируются латеральные и радиальные (вертикальные) геохимические барьеры [12].

1. Механические (гидродинамические) барьеры возникающие при уменьшении скорости течения рек и осадении взвесей. Лавинная седиментация влекомых и взвешенных наносов на мелководье и ссорах определяет геохимию и биогеохимию донных осадков и бентоса, осветление воды, усиление развития фито- и зоопланктона.

2. Физико-химические барьеры (кислородные, глеевые, сульфидные, сорбционные). Для илов авандельты характерна окислительно-восстановительная зональность, формирование поверхностного окислительного и на глубине сульфидного барьеров. Сорбционные барьеры (взвеси и илы) аккумулируют тяжёлые металлы и техногенные радионуклиды.

3. Биогеохимические барьеры связаны с болотами – наземной и водной растительностью, фито- и зоопланктоном, бентосом и углеводородами, торфяниками, сапропелями. Краевые части болот – это сорбционно-глеевые барьеры.

4. Комплексные геохимические барьеры (окислительные, щелочные, сероводородные) возникают при разгрузке гидротерм с бурным развитием микробных сообществ и беносных организмов.

Ёмкие геохимические барьеры дельт на Байкале обладают большими запасами избыточной энергии, накопленных былыми (N-Q) биосферами и геологическими процессами в рифтовых впадинах. В дельте формируются три сопряженные крупные ГБЗ:

1. Болотная, стабилизирующая гидрологический режим дельты, обогащающая воды Байкал РОВ и биогенными элементами. Болотные массивы с торфяными залежами – прекрасные биофильтры. Они удаляют из природных и техногенных вод загрязняющие вещества, а также – источник биофилов. Болота - места гнездования и кормления большого количества болотных и водоплавающих птиц. Болота экологические резерваты побережий Байкала.

2. Дельтовая водно-лугово-болотная в устьях Селенги, баргузина и Верхней ангары с протоками и озёрами. Где высока плотность рыб, птиц, млекопитающих и большое их видовое разнообразие. Характерно интенсивное поступление и осаждение минеральных осадков, РОВ и активный биологический круговорот элементов. В этой зоне выражена фильтрация и концентрация химических элементов и их соединений, поступающих с природными и техногенными стоками рек. Здесь формируется главная защитная зона Байкала, регулирующая чистоту его вод и сохраняющая биоразнообразие.

3. Прибрежная планктонно-водорослевая с лавинной седиментацией взвеси с высокой биомассой и фито- и зоопланктона – мощного биологического фильтра. На мелководье авандельта отмечается большое разнообразие биотопов и богатство донного населения. Эта зона наиболее насыщена жизнью и представляет основную продуктивную зону фито- и зоопланктона. Здесь формируются главные промысловые расы омуля, осетра, сига и хариуса.

Концепция ГБ базируется на ряде эмпирических правил и следствий [5]. Геохимические аномалии формируются на ГБ, приуроченных к линиям контрастных градиентов геохимических полей. ГБ представляет собой и геохимический аналог известного в биологии [11] экотона краевого эффекта или эффекта опушки (на границе биоценозов увеличивается число видов и особей). ГБ обладают эффектом геохимической экотонности. Они по нашему мнению, обладают высокой продуктивностью и экологической емкостью.

На Байкале в дельтах рек указанные ГБ с разнообразными контрастными границами формируют многообразие сопряженных экотонных уровней организации. Эффект геохимической экотонности в дельтах обеспечивает формирование цельной самоорганизующейся эколого-геохимической системы, обладающей мощной экологической емкостью и сильными отрицательными обратными связями. Здесь велика роль живого вещества, особенно биологического круговорота, обеспечивающего разнообразные геохимические циклы. На Байкале в дельтах рек, в рифтовых впадинах - экотонных зонах в геологическом времени формируются устойчивые системы, определяющие экологическую безопасность и сохранность природных ресурсов озера.

Экосистемы дельт Селенги, Баргузина и Верхней Ангары на ГБЗ – структурные центры Байкала, где сформировались продуктивные экологические ниши с биотопами где происходит естественное воспроизводство главных запасов промыслового омуля селенгинской, посольской, чивыркуйской и северо-байкальской рас. Здесь мы видим аналогию экосистем дельт Байкала с экосистемами шельфов арктических и дальневосточных морей, где главные промысловые концентрации рыбы и морепродуктов формируются на нефтегазоносных структурах. ГБЗ в дельтах выполняют важную экологическую роль - в таких убежищах (рефугиях), с высоким биологическим потенциалом, при похолоданиях, в ледниковые периоды (экологические катастрофы) сохранялось биоразнообразие и рыбное богатство.

Высокопродуктивные экосистемы дельт, функционирующие в экотоне – главный фактор динамического устойчивого развития экосистемы Байкала в геологическом времени. Исследования современного состояния экосистемы оз. Байкал [3] не выявили достоверных изменений населяющих озеро популяций и изменения чистоты Байкальской воды под влиянием локальных техногенных воздействий.

Литература

1. Биоразнообразие и функционирование микробных сообществ водных и наземных экосистем Центральной Азии. – Улан-Удэ: Издательство БГСХА, 2003. – С. 45-46.
2. Воронцов Н.Н., Ляпунова Б.А. Сейсмичность как фактор хромосомного видообразования// Докл. АН СССР. 1984. т.277. №1. – С. 214-218.

3. Грачёв М.А. О современном состоянии экологической системы озера Байкал. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2002. – 156 с.
4. Емельянов Е.М. Барьерные зоны в океане // *Геохимические барьеры в зоне гипергенеза*. – М.: Издательство МГУ, 2002. – С. 77-107.
5. Касимов Н.С. Базовые концепции и принципы геохимии ландшафтов // *Геохимия биосферы Междунар. Конф. Москва 15-18 ноября 2006 г.* – Смоленск: Ойкумена, 2006. – С. 21-25.
6. Кузьмин М.И. Калмычкой Г.В., Гележский В.Д. и др. Гидраты метана в осадках Байкала // *Геология рудных месторождений*. 2000. Т. 42, №1. – С. 25-37.
7. Лисицын А.П., Емельянов Е.М. Геохимический смысл океанских барьеров и барьерных зон, их классификация и роль в седиментогенезе рудообразовании // *Геология океанов и морей (Тез. Докл. 6-й Всесоюз. Школы морской геологии)*. М., 1984, т 1. – С. 220-222.
8. Оболкина Л.А. Бондаренко Н.А. Дорошенко Л. Ф. и др. О находке криофитных сообществ в оз. Байкал // *Докл АН*, 2000, т. 371, №6. – С. 815-817.
9. Перспективы нефтегазоносности Байкала и Западного Забайкалья. – Улан-Удэ: Издательство БНЦ СО РАН, 2003. – 130 с.
10. Путь познания Байкала // Э.Л. Афанасьева, М.Ю. Бекман и др. – Новосибирск: Наука, 1987. – 301 с.
11. Реймерс Н.Ф. Экология. Теория, законы, правила, принципы и гипотезы. М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.
12. Тайсаев Т.Т. Геохимические барьеры в природных и техногенных системах Байкальской рифтовой зоны // *Геохимические барьеры в зоне гипергенеза*. М.: Издательство МГУ, 2002. – С. 201-223.
13. Талиев Д.Н. Бычки - подкаменники (*Cottoiden*). – М.: Наука, 1955. – 301 с.