

1.1.1.4. Гидробиологические сообщества

Гидробиологическая съемка в районе Байкальского ЦБК

(Гидрохимический институт Росгидромета, Ростов-на-Дону)

В 2005 году была проведена одна гидробиологическая съемка – в подледный период, со 2 по 10 марта, в южной части озера. **Остальные съемки в период открытой воды на юге и севере озера не состоялись в связи с невозможностью использования научно-исследовательского судна.**

Подледная съемка проведена по бактерио-, фито-, зоопланктону и бактериобентосу в районе выпуска сточных вод комбината. Съемка по бентосу не проводилась. Отбор проб осуществлялся на площади 220 км² на 61 станции из поверхностного слоя водной толщи и на 12 км² на 29 станциях из поверхностного слоя донных отложений. Сравнение результатов 2005 года сделано с данными подледной съемки 2003 года (съемка в зимний период 2004 года не проводилась). Обобщенные количественные характеристики по отдельным группам гидробионтов приведены в таблице 1.1.1.4.1.

Таблица 1.1.1.4.1

Количественные характеристики и площади загрязнения различных групп гидробионтов в районе БЦБК и их изменение по результатам подледных съемок 2003 и 2005 гг.

(числитель - пределы, знаменатель - среднее значение)

Группы гидробионтов	Время съемки	Численность			Площадь, км ²
		в целом за съемку	в фоновом районе	в зоне загрязнения	
Бактериопланктон, кл/мл	февраль-март 2003 г.	4 – 395 35	6 – 21 15	50 – 395 102	12,0
	март 2005 г.	79 – 2062 431	79 – 188 143	533 – 1628 774	7,2
	изменение по средним, %	+1131%	+853%	+659%	-40%
Фитопланктон, кл/л	февраль-март 2003 г.	10 – 99 23	10 – 16 14	24 – 39 32	10,9
	март 2005 г.	12 – 127 43	12 – 29 23	41 – 127 55	14,6
	изменение по средним, %	+87%	+64%	+72%	+34%
Зоопланктон, мг/м ³	февраль-март 2003 г.	2 – 114 42	68 – 114 84	2 – 22 15	9,2
	март 2005 г.	39 – 300 154	258 – 300 272	39 – 166 127	9,5
	изменение по средним, %	+267%	+224%	+747%	+3%
Бактериобентос, тыс. кл/1 г влажного ила	февраль-март 2003 г.	6 – 41 17	8 – 10 9	19 – 41 24	6,5
	март 2005 г.	6 – 104 22	6 – 14 10	33 – 104 54	2,3
	изменение по средним, %	+29%	+11%	+125%	-65%

Примечание: изменения средних значений показателей 2005 г. по сравнению с 2003 г. показаны цветом:

желтым – в пределах до 10 %, *зеленым* – уменьшение более 10%, *оранжевым* – увеличение более 10 %.

Приведенные в таблице размеры зон загрязнения рассчитаны по показателям численности и общей биомассы (для зоопланктона) и относятся к району,

непосредственно примыкающему к месту выпуска очищенных сточных вод комбината. Все указанные площади находятся в пределах участка с повышенной плотностью сети отбора: 36 станций на 35 км². Остальная часть контролируемого полигона имеет более разреженную сеть: 25 станций на 185 км², большая часть этих станций расположена в створах между устьями малых рек, впадающих в озеро в районе г. Байкальска.

Бактериопланктон. Определение размеров зоны влияния сточных вод по микробиологическим показателям осуществлялось по росту численности гетеротрофов¹. Определялась также численность отдельных групп: фенол-, углеводородокисляющих и целлюлозоразрушающих бактерий.

Пятно с высокими показателями численности отмечено у выпуска сточных вод, размеры его равнялись 7,2 км². В сравнении с 2003 годом размеры зоны сильного загрязнения снизились в 1,7 раза, но средняя численность, свидетельствующая о росте концентрации субстрата для микрофлоры, наоборот, возросла почти в 8 раз. О повышении в пределах контролируемого полигона концентрации загрязняющих веществ свидетельствует и рост численности в отдельных, менее подверженных влиянию стоков, участках. Фоновые характеристики 2005 года в среднем были в 9 раз выше, чем в 2003 году: 143 против 15 кл/мл.

Наряду с пятном, расположенным у выпуска сточных вод комбината, влияние загрязняющих веществ по микробиологическим показателям прослеживалось в ряде точек, расположенных в западном (на удалении 5 км) и северо-восточном (на удалении 7 км) направлениях от выпуска стоков. Размер восточного пятна составлял 54 км², западного - не менее 70 км².

Колебание численности фенолоксиляющих бактерий в 2005 и 2003 годах были на одном уровне 0-10 кл /мл. Целлюлозоразрушающие бактерии в эти годы обнаруживались повсеместно. В 2005 году возросло загрязнение поверхностного слоя вод озера углеводородами: средняя численность углеводородокисляющих бактерий равнялась 1 тыс. кл/мл, что в 10 раз выше, чем в 2003 году.

Бактериобентос. Район наибольшего загрязнения, определенный по высокой численности гетеротрофов, по-прежнему располагался у места выпуска сточных вод комбината. При снижении размеров зоны загрязнения с 6,5 км² в 2003 году, до 2,3 км² в 2005 году, средняя численность, как и в случае для поверхностного водного слоя, возросла здесь с 24 до 54 тыс. кл/1 г вл. ила. Целлюлозоразрушающие бактерии в 2003 и 2005 годах обнаружены повсеместно.

Уровень загрязнения углеводородами в 2003 и 2005 годах был одинаков: 10 тыс. кл/1 г вл. ила. Характерным отличием в сравнении с загрязнением водной среды, была низкая частота обнаружения в поверхностном слое донных отложений фенолоксиляющих бактерий, в 3-х точках (пробах) из 29 отобранных, в 2003 году в 20-ти пробах из 30 отобранных.

Фитопланктон. Контроль осуществлялся по характеристикам численности и биомассы отдельных видов. Размеры зоны сильного загрязнения сточными водами определялись по изменению в точках отбора проб общей численности группы.

В подледный период 2005 года в поверхностном 0-50 м слое во всех точках отбора доминировал комплекс, включавший три основных вида водорослей: *Monoraphidium griffithii* (тип Chlorophyta), *Chroomonas acuta* (тип Cryptophyta), *Chrysidalis peritaphnera* (тип Chrysophyta). В отдельных пробах максимальные содержания этих видов составляли 60 - 68 % от общей численности.

¹ *Гетеротрофы* - организмы, использующие для своего питания готовые органические соединения (в отличие от *автотрофных* организмов, способных первично синтезировать необходимые им органические вещества из неорганических соединений углерода, азота, серы и др.)

Размеры зоны сильного загрязнения сточными водами составили в 2005 году около 15 км² при средней численности 55 тыс. кл./л. Оба показателя примерно в 1,5 раза выше уровня 2003 года. Наряду с указанным пятном в западном и в восточном направлениях от выпуска обнаружены участки с относительно высокой в сравнении с фоном численности фитопланктона. Общая площадь такого участка в западной части полигона была не менее 42 км² и в восточной части, в районе Хара-Муринской банки, 60 км².

Зоопланктон. В качестве основного контролируемого показателя рассматривались численность и биомасса *Epischura baicalensis*. Размеры зоны влияния сточных вод комбината на эпишуру определялись по характеристике снижения общей биомассы эпишуры, угнетению в результате токсического влияния загрязняющих веществ.

Площади зоны загрязнения в 2003 и 2005 годах оказались на одном уровне: 9,2 и 9,5 км². Различие между фоном и зоной загрязнения сточными водами по общей биомассе было в 2 раза (в 2003 году в 5,5 раз). Район сильного влияния промстоков на эпишуру, расположенный у выпуска сточных вод оказался несколько смещен на запад. Отмечается присутствие примерно на 120 км² акватории по всем направлениям от выпуска отдельных пятен с пониженной биомассой эпишуры.

Подледная съемка 2005 года свидетельствует, что наряду с сохранением на протяжении многих лет устойчивой зоны загрязнения на гидробиоценоз сточных вод в районе их выпуска, на периферии контролируемого полигона (в пределах 220 км²) образуются отдельные участки, отличающиеся своими характеристиками от фоновых показателей. Формирование количественных и видовых показателей на этих участках связано не только с непосредственным влиянием стоков комбината. Существенная роль здесь может принадлежать другим источникам загрязнения и естественным процессам внутригодового развития гидробиоценоза.

Экологический мониторинг экосистемы озера Байкал по гидробиологическим и гидрохимическим показателям

(НИИ биологии Иркутского государственного университета)

В июле–октябре 2005 г. НИИ биологии Иркутского государственного университета провел экологический мониторинг экосистемы озера Байкал по гидробиологическим и гидрохимическим показателям в районе Бол. Котов (западное побережье) и в районе Байкальского ЦБК (восточное побережье). В ходе наблюдений осуществлялась оценка качественных и количественных параметров состояния фито-, бактерио-, зоопланктона и зообентоса. Ниже представлены результаты выполнения этой работы. Материал построен на сравнении состояния пелагических и литоральных водных сообществ у западного и восточного берегов Южного Байкала. Под термином *пелагиаль* понимается зона открытого Байкала, под термином *литораль* – прибрежная зона Байкала от уреза воды до свала глубин, обычно до 20-30-метровой глубины.

Сравнительный анализ химического состава вод у западного побережья Южного Байкала с опубликованными ранее данными показал, что существенных изменений в химическом составе не произошло как в пелагиальной, так и в литоральной частях акватории.

В 2005 г. содержание, соотношение и динамику всех форм биогенных элементов в пелагиали Южного Байкала можно считать ненарушенными и соответствующими многолетним наблюдениям. Изменчивость концентраций биогенных веществ, как и в предыдущем ряду наблюдений, является, прежде всего, следствием вегетационного цикла планктона оз. Байкал и сезонной динамики гидрологического режима озера.

В июле–октябре 2005 г. изменчивость содержания хлорофилла «а» и первичной продукции в фотическом слое, в котором имелось достаточно света для процесса фотосинтеза, укладывалась в типичные для Байкала пределы и достоверно не различалась у западного и восточного побережья.

Супердоминантами фитопланктона Южного Байкала были мелкоклеточные водоросли из отделов сине-зеленых и зеленых водорослей, в том числе эндемичная сине-зеленая водоросль *Synechocystis limnetica*. Количественные характеристики развития фитопланктона в 2005 г. были несколько выше, чем в 2004 г. Это касается и крупноклеточного планктона, и суммарной численности всего фитопланктона, включая его мелкоклеточную фракцию. **По степени развития летнего фитопланктона 2005 год можно отнести к «богатым».** Эти различия не отразились на содержании хлорофилла, возможно вследствие того, что большую долю в фитопланктоне составляли жгутиковые, нежные оболочки которых разрушаются при фильтрации. **В целом, по сравнению с 2004 годом, 2005 год можно отнести к «урожайным».** Это касается пелагических вод и у западного побережья, и у восточного.

В видовом отношении альгофлора (флора водорослей) у западного побережья была гораздо разнообразнее, чем у восточного. Здесь отмечено 60 таксонов водорослей, тогда как у восточного побережья встречалось только 45 таксонов. Состав доминантной группы фитопланктона был аналогичным составу 2004 г. Облик фитопланктонного сообщества и у западного побережья, и у восточного определяли золотистые, криптофитовые и зеленые водоросли – *Chroomonas acuta*, *Chrysidalis* sp., *Dinobryon sociale sociale* и *Ankistrodesmus pseudomirabilis*. Байкальские эндемики из диатомовых присутствовали в обоих районах исследования, но в небольшом количестве, что характерно для этого времени года. В октябре, при осеннем охлаждении водных масс, эндемик *Cyclotella minuta* стал входить в состав доминирующих видов.

Приведенные оценки позволяют заключить, что **автотрофное звено экосистемы Южного Байкала находится в устойчивом равновесном состоянии.** Происходящие в нем изменения имеют, несомненно, естественную природу.

В летне-осенний период 2005 г. численность и биомасса зоопланктона и у западного побережья, и у восточного, были экстремально высокими для Байкала и превышали среднемноголетние значения примерно в 4 раза. Очень высокой была численность эпишуры. Но в отличие от предыдущих нескольких лет, летом и осенью 2005 г. суммарная численность и биомасса байкальского зоопланктона определялись не только ее обилием. Экстремально высокими для Байкала были численности теплолюбивых коловраток, босмин, дафний; они на порядки величин превышали обычные для Байкала значения. Их количество было настолько велико, что в некоторые даты наблюдений эпишура даже не входила в число доминирующих видов. Поэтому сезонный ход обилия зоопланктона зависел не только от эпишуры. Максимальные значения численности и биомассы наблюдались в период наибольшего прогрева водных масс. Возрастная структура эпишуры была обычной – от середины лета к осени относительная доля младших возрастных групп снижалась, а старших – возрастала.

Пелагические воды у восточного побережья в районе деятельности Байкальского ЦБК в исследуемый период по количественному содержанию и вертикальному распределению микроорганизмов соответствовали пелагическим водам на т. № 1 в акватории у пос. Бол. Коты. Сравнение среднегодовых значений в 2004 и 2005 гг. показало, что эти величины были соизмеримы.

На литоральных полигонах гидрохимические показатели по сравнению с 2004 г. существенно не изменились, а их колебания связаны с естественными факторами. В 2005 г. химический состав очищенных сточных вод (ОСВ) БЦБК оставался довольно стабильным. По сравнению со средними значениями за предыдущие 2 года, отмечено снижение в них концентраций загрязняющих веществ.

Содержание хлорофилла «а» и первичная продукция в 2005 г. на литоральных полигонах не отличались от таковых на пелагическом. В 2004 г. пики концентраций хлорофилла «а» отмечены в одно время на всех глубинных горизонтах, а его максимум – в слоях 0 и 10 м.

В 2005 г. состав фитопланктона отличался от такового в 2004 г. большим разнообразием и большей численностью, а состав доминирующей группы был аналогичным составу прошлого года. Сезонная динамика фитопланктона в августе–октябре 2005 г. была обычной для этого периода времени – численность золотистых и зеленых водорослей к октябрю начала снижаться, а численность диатомовых – возрастать. По степени развития фитопланктона в литоральной зоне, особенно мелкоклеточного и жгутикового, его видовому разнообразию, 2005 г., в отличие от 2004 г. можно отнести к «урожайным». Состав доминирующих видов на пелагическом и литоральных полигонах практически идентичен, за исключением вида *Stephanodiscus hantzschii* var. *hantzschii* который доминировал и встречался в большом количестве только на полигоне П1.

В 2005 г. численные показатели развития зоопланктона, в том числе *эпишуры*, на литоральных полигонах были на порядок выше, чем в 2004 г. Общая численность и биомасса зоопланктона на литоральных полигонах изменялись в близких пределах с таковыми на пелагическом полигоне.

Различия между пелагическими и литоральными участками проявляются при сравнении численности доминирующих видов зоопланктона. Численность *эпишуры* на мелководье значительно ниже, чем в глубоководных районах. Напротив, численность и биомасса теплолюбивых видов – циклопа, босмин, дафний, коловраток выше на литоральных полигонах. Численность этих групп зоопланктона в 2005 г. на порядки превышала типичные для Байкала значения.

По численности микроорганизмов (ОЧМ – общей численности, численности СБ – сапрофитных бактерий и численности БГКП – бактерий группы кишечных палочек) район сброса сточных вод БЦБК не отличался от литоральных участков в районе пос. Бол. Коты. Различия между этими районами заключались в особенностях вертикального распределения – у восточного побережья в районе сброса сточных вод БЦБК оно микрizonaльно, у западного побережья в районе пос. Бол. Коты наблюдается четкая вертикальная стратификация. Временная динамика структурных показателей микробиоценозов была практически идентичной у восточного и западного побережий Южного Байкала. Сравнивая полученные результаты с результатами предыдущих лет [Shetinina, Maksimov, 2005], можно сделать вывод, что на протяжении ряда лет пределы изменчивости ОЧМ в районе рассеяния сточных вод практически постоянны.

Структура, численность и биомасса макрозообентоса в районе пос. Большие Коты в 2005 г. были близки таковым в 2004 г.

Сравнение макрозообентоса в литорали у западного и восточного побережья представляется некорректным, так как на этих участках совершенно различна среда обитания донных беспозвоночных (преобладающие типы донных отложений, глубина, уклон дна, скорости течения, сток с водосборного бассейна, прибойные явления и т.д.).

У восточного побережья в 2005 г. отмечались значительные локальные изменения в развитии макрозообентоса на двух станциях (ОП2 и ПА), предположительно вызванные влиянием деятельности БЦБК. По ряду параметров, характеризующих структуру и развитие зообентоса, в 2004 г. эти станции также выделялись низкой численностью. **В целом, принципиальных изменений в развитии макрозообентоса в 2005 г., по сравнению с 2004 г. в районе, расположенном вдоль территории БЦБК не произошло, а выявленное антропогенное влияние в настоящее время носит локальный характер.**