

### 1.1.1.4. Гидробиологические сообщества

(ФГБУ «Гидрохимический институт» Росгидромета, Ростов-на-Дону)

В 2011 году контроль состояния гидробионтов, как и в 2010 году, проводился только в южной части озера Байкал в марте и августе. По техническим и финансовым причинам не состоялись четыре плановые съемки: подледная донных отложений и весенняя водной толщи в районе БЦБК, весенняя и осенняя на севере озера в районе трассы БАМ.

Следует отметить, что наблюдения в подледный период не проводились уже на протяжении 5 лет.

#### Район Байкальского ЦБК

Обобщенные количественные характеристики гидробиологических показателей и размеры площадей зон загрязнения в 2011 году в сравнении с 2010 годом приведены в таблице 1.1.1.4.1.

Таблица 1.1.1.4.1

#### Количественные характеристики гидробионтов и размеры площади зон загрязнения в районе БЦБК по результатам съемок 2008-2011 гг. (числитель - пределы, знаменатель - среднее значение)

Группы гидробионтов	Время съемки	Численность			Площадь загрязнения, км <sup>2</sup>
		в целом за съемку	в фоновом районе	в зоне загрязнения	
Бактериопланктон, кл/мл	сентябрь 2008 г.	95-3680	128-138	270-3680	10,4
		412	134	793	
	июль 2010 г.	5-844	10-104	385-844	2,9
		128	63	605	
	октябрь 2010 г.	52-1020	95-271	380-1020	10,4
март 2011 г.	1-292	2-6	17-59	4,4	
август 2011 г.	64-2800	82-133	303-2012	13,4	
	407	106	638		
Фитопланктон, кл/мл	сентябрь 2008 г.	56-1120	56-104	386-733	21,5
		372	82	487	
	июль 2010 г.	160-566	160-311	485-545	5,6
		421	260	510	
	октябрь 2010 г.	200-1260	200-513	915-1064	4,2
март 2011 г.	14-171	14-44	76-123	10,7	
август 2011 г.	76-908	209-316	550-838	7,3	
Зоопланктон, мг/м <sup>3</sup>	сентябрь 2008 г.	0,43-585	300-381	0,43-158	8,0
		229	330	111	
июль 2010 г.	28-196	140-175	31-91	27,1	
	88	156	64		

Группы гидробионтов	Время съемки	Численность			Площадь загрязнения, км <sup>2</sup>
		в целом за съемку	в фоновом районе	в зоне загрязнения	
	октябрь 2010 г.	26-282	212-282	38-95	4,7
		140	241	66	
	март 2011 г.	22-474	182-474	36-99	20,3
		105	280	71	
	август 2011 г.	11-489	258-489	11-44	4,0
		165	337	25	
Бактериобентос, тыс. кл/1 г вл. ила	сентябрь 2008 г.	5-97	5-22	47-97	3,5
		5	15	69	
	июль 2010 г.	6-400	6-15	28-400	3,0
		36	9	131	
октябрь 2010 г.	6-109	6-14	28-109	3,3	
	21	9	51		
август 2011 г.	5-85	5-20	62-85	1,9	
	25	12	70		
Зообентос, г/м <sup>2</sup>	сентябрь 2008 г.	1-27			
		7			
	июль 2010 г.	0,8-109			
28					
август 2011 г.	0,7-102				
	12				

Величины площадей зон загрязнения в поверхностном слое водной толщи, определенные по результатам зимней съемки, не выходят за пределы среднемноголетних значений для перечисленных показателей.

Проводилось сравнение результатов съемки в августе 2011 года с аналогичным периодом 2008 года, поскольку в 2010 году съемка проведена в октябре.

**Бактериопланктон.** Размеры зоны влияния сточных вод БЦБК определялись по численности гетеротрофов.

В марте 2011 года площадь зоны загрязнения по бактериопланктону в зоне влияния Байкальского ЦБК составила 4,4 км<sup>2</sup>. В пределах малого полигона, общей площадью 30 км<sup>2</sup>, зона загрязнения состояла из 3-х пятен, которые распространялись в западном, северо-западном и северо-восточном направлениях от места сброса стоков комбината. В пределах большого полигона (250 км<sup>2</sup>) было отмечено два пятна загрязнения площадью 4,3 км<sup>2</sup> и 50 км<sup>2</sup>, расположенных на расстоянии 7,5 км на запад и 10 км на восток от места сбросов стоков комбината перед Хара-Муринской банкой.

Углекислородокисляющие бактерии определены на 12 станциях из 61 отобранной станции, их численность доходила до 100 кл/мл. Фенолокисляющие бактерии были обнаружены на 11 станциях из 61 отобранной, их численность не превышала 6 кл/мл. Показатели отдельных групп бактериопланктона находились в пределах среднемноголетних колебаний численности для этого района озера.

В августе 2011 года в зоне комбината было проведено определение общей численности бактерий в воде исследуемого участка озера, которая изменялась в пределах

от 450 тыс. до 2 млн. кл/мл. Максимальные значения этого показателя определялись на расстоянии 600-1800 м к западу от места выпуска стоков комбината в озеро. В пределах контролируемого полигона численность гетеротрофных бактерий (показателя загрязнения воды органическим веществом) изменялась от 64 до 2800 кл/мл, при среднем значении 407 кл/мл. Площадь зоны загрязнения сточными водами комбината составила 13,4 км<sup>2</sup>, что в 1,3 раза выше, чем в 2008 г. (10,4 км<sup>2</sup>). Среднее значение численности гетеротрофов в зоне наибольшего влияния стоков комбината равнялось 638 кл/мл, что в 6 раз выше, чем на фоновых участках южного побережья (в сравнении с 2008 г.: 793 против 134 кл/мл соответственно). Зона загрязнения непосредственно примыкала к месту выпуска стоков комбината и распространялась в северо-восточном направлении.

В пределах большого полигона в зону загрязнения сточными водами комбината попало 80 % отобранных проб, т.е. влияние комбината распространялось на территорию около 200 км<sup>2</sup> в западном и восточном направлениях.

Фенолоксиляющие бактерии были обнаружены на 34 из 61 обследованной станции, при максимальной численности 102 кл/мл. Целлюлозоразрушающие и углеводородоксиляющие бактерии определяли в пределах всего контролируемого полигона на площади 250 км<sup>2</sup>. Численность углеводородоксиляющих бактерий достигала на отдельных станциях до 100 тыс. кл/л, при среднем значении - 1 тыс. кл/л, что в 10 раз выше средних значений 2008 года.

**Фитопланктон.** Контроль осуществлялся по общей численности, биомассе и видовому составу. Зоны загрязнения определялись по показателю общей численности.

По изменению численности фитопланктона зона загрязнения в пределах малого полигона в марте 2011 года составила 10,7 км<sup>2</sup> и располагалась в северном направлении на расстоянии 600-800 м от места сбросов комбината. В пределах большого полигона по этому же показателю наблюдалось пятно загрязнения площадью 69 км<sup>2</sup> на расстоянии 10 км в северо-восточном направлении.

Видовое разнообразие фитопланктона на всех станциях колебалось от 8 до 34 видов водорослей. Основу альгоценоза составили группы мелкоклеточных неидентифицированных водорослей, наиболее широко из них были представлены жгутиковые организмы, встречавшиеся по всему водоему. Почти во всех пробах к доминирующим группам водорослей присоединялись *Monographidium griffithii* (до 39 % от численности) и криптофитовая водоросль *Croomonas acuta* (до 33 %), развитие которой, в большей степени, наблюдалось в западной части полигона.

В августе 2011 года по численности фитопланктона произошло уменьшение площади зоны загрязнения в 3 раза (7,3 км<sup>2</sup> в 2011 г. против 21,5 км<sup>2</sup> в 2008 г.) при увеличении средней численности в ней в 1,4 раза (в 2011 г. - 686 тыс. кл/л, в 2008 г. - 487 тыс. кл/л). На фоновых станциях численность фитопланктона была в 2,5 раза ниже, чем в зоне загрязнения. В пределах малого полигона зона загрязнения состояла из 2-х пятен, расположенных в северо-западном и восточном направлениях. В пределах большого полигона пятно загрязнения, площадью 38 км<sup>2</sup>, располагалось в западной части полигона на расстоянии 20 км от места сброса. На разрезах в западной части полигона численность, и биомасса фитопланктона были выше, чем на восточных разрезах в 2,9 и 1,7 раз, соответственно.

Видовое разнообразие фитопланктона было представлено 11-44 видами водорослей. В составе альгоценоза одновременно доминировали представители нескольких отделов. Наиболее часто встречались золотистые *Chrysidalis peritaphnera* (70 %) и *Dinobryon sociale* var. *sociale* (70 %), криптофитовая *Chroomonas acuta* (39 %), зеленая *Monographidium griffithii* (61 %), которая чаще была отмечена на разрезах в западной и восточной частях большого полигона и динофитовая *Gymnodinium baicalensis* var. *minor* (14 %).

**Зоопланктон.** Определяли общую численность и биомассу эндемичного рачка *Epischura baicalensis*. Зоны загрязнения построены по показателю биомассы.

По биомассе зоопланктона в марте 2011 года зона загрязнения стоками комбината непосредственно примыкала к месту выпуска, ее площадь составила 20,3 км<sup>2</sup>. В пределах большого полигона пятно загрязнения, площадью 28,5 км<sup>2</sup>, располагалось в западном направлении на расстоянии 12 км от места выпуска стоков комбината.

В составе возрастных групп *Epischura baicalensis* по численности и биомассе доминирующее положение занимали личиночные (науплиальные) стадии развития рачка. Средняя биомасса зоопланктона в зоне загрязнения была 71 мг/м<sup>3</sup>, что в 3,9 раз ниже, чем на фоновых станциях.

В августе 2011 года зона загрязнения по зоопланктону, в сравнении с 2008 годом, уменьшилась в 2 раза (в 2011 г. - 4,0 км<sup>2</sup>, в 2008 г. - 8,0 км<sup>2</sup>), биомасса эпишуры в зоне влияния стоков комбината была в 13 раз ниже, чем в незагрязненной части озера: 25 мг/м<sup>3</sup> против 337 мг/м<sup>3</sup>. Зона загрязнения непосредственно примыкала к месту сбросов стоков комбината, немного смещаясь в западном направлении.

В пределах большого полигона в его западной и восточной частях наблюдались два пятна влияния стоков комбината, площадью 50 км<sup>2</sup> и 70 км<sup>2</sup>, соответственно.

Величины площадей зон загрязнения в поверхностном слое водной толщи, определенные по результатам зимней съемки по показателям численности бактерио-, фитопланктона и биомассе зоопланктона, не выходят за пределы среднемноголетних значений.

**Бактериобентос.** Зона загрязнения донных отложений по бактериобентосу в августе 2011 года располагалась к востоку от места сбросов комбината, ее площадь составила 1,9 км<sup>2</sup> при численности гетеротрофов в ней в 5,8 раз выше, чем на фоновых участках (70 тыс. кл/г против 12 тыс. кл/г вл. ила). В сравнении с 2008 г. площадь зоны загрязнения уменьшилась в 1,8 раза, но численность гетеротрофных бактерий в ней осталась на прежнем уровне – 70 тыс. кл/г. Средняя численность углеводород- и фенолоксиляющих бактерий составила соответственно 10 тыс. и 0,7 тыс. кл/г вл. ила, оставаясь на уровне значений 2008 г. Целлюлозоразрушающие бактерии были обнаружены во всех отобранных пробах на контролируемом участке озера.

**Фитобентос.** В августе 2011 года при визуальном наблюдении на участке, протяженностью около 500 м, расположенном на 4,5 км западнее выпуска стоков комбината в озеро, в прибрежной части полигона отмечалось интенсивное обрастание галечного материала на глубине 0,1-0,5 м (рис. 1.1.1.4.1).

По мнению гидробиологов Ангарской ГМО обрастание вызвано развитием водоросли *Ulothrix zonata*, активно вегетирующей с мая по сентябрь, и образующей в летний период в прибойной зоне на твердых грунтах растительный пояс вдоль всего побережья Байкала. Однако, в этот же период обрастание не было отмечено на устьевом участке и западнее р. Солзан на расстоянии 2,5-3 км от места наблюдаемого обрастания (рис. 1.1.1.4.2).

По мнению сотрудников ФГБУ «ГХИ», одной из причин, вызвавших обрастание, является возможное поступление загрязненных грунтовых вод с территории комбината и карт-накопителей шлам-лигнина, как это уже отмечалось М.Н. Аникановой в предыдущие годы наблюдений (Аниканова М.Н. «Соединения серы сточных вод Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (состав, методы анализа, мониторинг)». Научный мир. М. 2009 г. 115 с.). Здесь же отмечалось увеличение численности гетеротрофов, численности и биомассы фитопланктона и уменьшение биомассы зоопланктона по сравнению с фоновыми участками.



**Рисунок 1.1.1.4.1. Обрастание галечного материала в прибрежной части полигона Байкальского ЦБК**



**Рисунок 1.1.1.4.2. Береговой участок на расстоянии 2,5-3 км от места наблюдаемого обрастания галечного материала в прибрежной части полигона Байкальского ЦБК**

**Зообентос.** Отбор проб зообентоса был проведен на участке, площадью 0,5 км<sup>2</sup>, подверженном воздействию стоков БЦБК с глубин 15-150 м. Донные отложения были представлены в основном илисто-песчаными осадками с примесью детрита, на пяти станциях песчаными осадками. На обследованной территории дна было обнаружено 10 таксономических групп беспозвоночных.

Средняя численность зообентоса в сравнении с 2008 г. возросла в 2,6 раза, при уменьшении биомассы в 2,3 раза, средние значения составили 7779 экз./м<sup>3</sup> и 12 мг/м<sup>3</sup> соответственно. Доминирующее положение по численности и биомассе занимали малощетинковые черви – 75 % и 54 % от общей численности зообентоса, соответственно. Величина олигохетного индекса увеличилась с 53 % в 2008 г. до 61 % в 2011 г., что характеризует исследованный участок дна озера, как загрязненный.

На 17 станциях из 31 отобранной было обнаружено 16 видов моллюсков, величины средней численности и биомассы которых составляли 333 экз./м<sup>2</sup> и 3,5 г/м<sup>2</sup> (в 2008 г. - 69 экз./м<sup>2</sup> и 0,7 г/м<sup>2</sup>, соответственно).

На исследованном участке дна наиболее часто встречались моллюски видов *Bivalvia* – 38 % от численности моллюсков, *Baicalia* sp. – 19 %, *Baicalia herderiana* – 14 %, *Baicalia elata* – 9 % и *Choanomphalus schrenki* – 8 %, остальные виды были представлены единичными экземплярами.

Анализ гидробиологических характеристик за 2011 год свидетельствует о сохранении антропогенной нагрузки в районе выпуска стоков комбината. По-прежнему наблюдается угнетение развития зоопланктона в зоне загрязнения, так как сточные воды комбината оказывают токсикологическое воздействие на данных гидробионтов.

В связи с сокращением гидробиологических наблюдений в последние 15 лет подробный и систематический анализ процессов формирования контролируемых гидробионтов в районе Байкальского ЦБК становится менее эффективным. Например, подледная съемка в этом районе озера последний раз проводилась в 2005 году. Существенным отрицательным фактором становится также несовпадение сроков проведения съемок в системе многолетнего контроля.

### **Район Селенгинского мелководья**

В августе 2011 года возобновлены комплексные исследования состояния водной толщи и донных отложений Селенгинского мелководья по микробиологическим показателям, которые проводились Росгидрометом в 1989-1991 гг. в этом районе озера.

Было отобрано 12 проб воды и донных отложений на станциях, расположенных в 2-3 км прибрежной зоне на глубинах 10-50 м. Одновременно были отобраны 4 пробы зообентоса для определения бензапирена в гидробионтах. Из-за ограниченных возможностей во время проведения съемки в пробах определялись только общая численность бактерий в 0,2 м слое водной толщи и численность гетеротрофов в 2-3 см слое донных отложений.

Результаты съемок 1989-1991 гг. и 2011 года представлены в таблице 1.1.1.4.2. В связи с тем, что в указанные годы было отобрано различное количество проб, сравнение результатов проводилось по 12 станциям, которые отбирались во все указанные годы.

Способность водных микроорганизмов быстро развиваться в условиях значительного разбавления речного стока р. Селенга в озере, делает микробиологический контроль эффективным средством оценки состояния водных масс и донных отложений.

**Количественные характеристики гидробионтов в районе Селенгинского мелководья по результатам съемок 1989-1991 и 2011 гг. (числитель - пределы, знаменатель - среднее значение)**

Группы гидробионтов	Время съемки	Число проб	Численность	Число проб	Численность
Бактериопланктон, общая численность, млн. кл/мл	1989 г.	23	$\frac{0,4-1,25}{0,83}$	12	$\frac{0,58-1,25}{0,86}$
	1990 г.	24	$\frac{0,45-1,4}{0,78}$	12	$\frac{0,45-1,4}{0,84}$
	1991 г.	30	$\frac{0,4-1,7}{0,96}$	12	$\frac{0,4-1,7}{0,88}$
	2011 г.			12	$\frac{0,8-2,3}{1,31}$
Бактериобентос, численность гетеротрофов, тыс. кл/г	1989 г.	31	$\frac{9,4-63,4}{25,1}$	12	$\frac{12,0-59,1}{28,0}$
	1990 г.	44	$\frac{3,1-58,5}{11,1}$	12	$\frac{3,1-58,5}{15,7}$
	1991 г.	34	$\frac{1,2-71,8}{23,5}$	12	$\frac{8,4-36,5}{19,1}$
	2011 г.			12	$\frac{12,05-31,3}{21,8}$

**Бактериопланктон.** Общая численность микроорганизмов, которая дает представление о концентрации всех групп бактерий в контролируемом водном слое во время съемки, является результирующей количественной характеристикой размножения и выедания (вымирания) бактерий, в 2011 году изменялась от 0,8 до 2,3 млн. кл/мл, при среднем значении 1,31 млн. кл/мл, что в 1,5 раза выше, чем в 1989-1991 гг. Максимальное развитие микроорганизмов наблюдалось на участках, расположенных напротив выноса водных масс через протоки Харауз (1,6-1,81 млн. кл/мл) и Шаманка (1,9-2,3 млн. кл/мл).

Для получения дополнительной оценки распределения легкоокисляемой части органического вещества проведено определение соотношения кокковых и палочковых форм бактерий. Известно, что развитие палочковых форм микроорганизмов происходит преимущественно в условиях относительно больших концентраций в воде легкоокисляемых органических веществ. Процент палочковых форм бактерий в описываемый период в среднем увеличился в 1,6 раза и был равен 28 %, изменяясь в пределах 20-35 %. В 1989-1991 гг. этот показатель изменялся в пределах 10-25 %, при среднем значении в 17 %, что свидетельствует об увеличении поступления легкоокисляемого органического вещества в исследуемом районе.

**Бактериобентос.** В донных отложениях в 2011 году не произошло значительного увеличения численности гетеротрофов, среднее значение которой, составило 21,8 тыс. кл/г, достигая максимального развития 31,3 тыс. кл/г на участке стокового выноса протоки Харауз. Повышенная численность гетеротрофов, в сравнении с фоном, наблюдалось так же на станциях, расположенных в районе протоки Шаманка (27,9 и 28,3 тыс. кл/г).

Анализ результатов микробиологической съемки поверхностного слоя водной толщи свидетельствует об увеличении поступления легкоокисляемого органического вещества с водами р. Селенга. В донных отложениях наблюдается относительная стабилизация процессов накопления органического вещества.

Для получения полной характеристики состояния водной толщи и донных отложений Селенгинского мелководья необходим систематический микробиологический контроль с проведением дополнительного определения специфических групп микроорганизмов: фенол-, углеводородокисляющих и сульфатредуцирующих бактерий. Необходимо продолжить работы по изучению процессов продукции и деструкции органического вещества, которые ранее проводились в этом районе озера (Намсараев Б.Б., Земская Т.И. Микробиологические процессы круговорота углерода в донных осадках озера Байкал. Новосибир: Изд. СО РАН, филиал «Гео», 2001 г. 160 с.).

### **Выводы**

1. Анализ гидробиологических характеристик за 2011 год свидетельствует о сохранении антропогенной нагрузки в районе выпуска сточных вод БЦБК. По-прежнему наблюдается угнетение развития зоопланктона в зоне загрязнения, так как сточные воды комбината оказывают токсикологическое воздействие на данных гидробионтов.

2. Анализ результатов микробиологической съемки поверхностного слоя водной толщи свидетельствует об увеличении поступления легкоокисляемого органического вещества с водами р. Селенга. В донных отложениях наблюдается относительная стабилизация процессов накопления органического вещества.

3. В связи с сокращением гидробиологических наблюдений в последние 15 лет подробный и систематический анализ процессов формирования контролируемых гидробионтов на озере Байкал становится менее эффективным. Для получения полной характеристики состояния водной толщи и донных отложений необходимо восстановление систематического микробиологического и гидробиологического контроля.