

1.1.1.2. Поверхностный слой и водная толща

В озере Байкал сосредоточено 23 000 км³ чистой пресной воды, что превышает 7-летний сток всех Российских рек и равно 3-летнему стоку всех рек Евразии. Экосистема Байкала, ежегодно воспроизводит в среднем 60 км³ воды. Именно этот объем воды (0,26 % от общих запасов) составляет возобновляемые водные ресурсы Байкала, в настоящее время почти полностью используемые гидроэнергетикой и, в очень малых объемах, – водозаборными сооружениями, в т.ч. для забора глубинной воды Байкала на розлив.

Как в истоке Ангары, так и на всех глубинах озера, байкальская вода отличается постоянным гидрокарбонатным кальциевым составом с минерализацией около 100 мг/дм³ и постоянным насыщением кислородом около 10-12 мг/дм³.

Природные изменения химического состава воды Байкала происходят в поверхностном слое, прогреваемом летом и наиболее насыщенном кислородом благодаря ветровым течениям. Зимой перемешивание воды происходит из-за постоянной циркуляции подо льдом течений,двигающихся в котловинах Байкала против хода часовой стрелки (в плане). Наиболее заметны изменения состава воды в содержании кремния и органических соединений фосфора и азота. Концентрации кремния, интенсивно поглощаемого весной-летом диатомовыми водорослями, резко возрастают зимой. Концентрации органических соединений фосфора и азота связаны с сезонными циклами развития фитопланктона и имеют два максимума (январь-февраль и июль) и два минимума (май-июнь и август).

Состояние вод озера в 2011 году

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

В 2011 году мониторинг вод озера Байкал проводился Байкальским ЦГМС Росгидромета в весенне-летний и летне-осенний период. Гидрохимические, геохимические и гидробиологические наблюдения выполнялись в районе БЦБК на прилегающей к выпуску сточных вод комбината акватории озера площадью 250 км² и в контрольном 100 метровом створе. Также в 2011 году наблюдения проводились в районах Селенгинского мелководья, Слюдянка-Култук и в районах расположения портов Южного Байкала (п. Большое Голоустное, п. Култук, п. Байкальск и п. Выдрино).

В контрольном 100-метровом створе в 2011 году проведено семь съёмок на пяти вертикалях с отбором проб воды через 10 м по глубине. В течение года в контрольном створе было отобрано 147 проб воды и выполнено 1596 измерений по общим и нормируемым показателям качества воды озера. Данные о нарушении качества воды озера Байкал в районе глубинного выпуска сточных вод в 2011 году в сравнении с 2010 года приведены в таблице 1.1.1.2.1.

Таблица 1.1.1.2.1

Сведения о нарушениях качества воды озера Байкал в 100-метровом контрольном створе

| Показатели (ПДК для 100 метрового створа озера Байкал)* | Пределы концентраций, мг/л | | Число наблюдений: общее – с нарушениями ПДК | | Максимальное пре- вышение ПДК, число раз | |
|---|-------------------------------|------------------|---|---------|--|---------|
| | 2010 г. | 2011 г. | 2010 г. | 2011 г. | 2010 г. | 2011 г. |
| РН (6,5-8,5 единиц) | 7,4 – 8,0 | 7,6 – 8,5 | 9 - 0 | 7 - 0 | - | - |
| Сумма минеральных соединений (117 мг/л) | 91 – 112 | 82 - 118 | 9 - 0 | 7 - 1 | - | 1,02 |
| Сульфаты (10 мг/л) | 4,1 – 17,3 | 3,8 – 11,9 | 9 - 2 | 7 - 2 | 1,7 | 1,2 |
| Хлориды (2 мг/л) | 0,8 – 3,9 | 0,6 – 5,2 | 9 - 1 | 7 - 3 | 1,9 | 2,6 |
| Взвешенные вещества (1,1 мг/л) | 0,0 – 1,2 | 0,0 – 1,1 | 9 - 0 | 7 - 0 | 3 | - |
| Летучие фенолы (0,001 мг/л) | 0,000 – 0,005 | 0,000 – 0,003 | 9 - 5 | 7 – 7 | 5 | 3 |
| Итого | | | 9 - 5 | 7 - 7 | 1,7 - 5 | 1,2 - 3 |

В 2011 году нарушения качества воды озера Байкал фиксировались по содержанию сульфат-ионов в августе и октябре до 1,2 ПДК; хлорид-ионов в апреле и августе до 1,7 - 1,9 ПДК и в октябре до 2,6 ПДК, летучих фенолов до 2 ПДК в течение всего периода наблюдения, а в феврале и июне - до 3 ПДК. Повышенные концентрации суммы минеральных веществ обнаруживались только в октябре. В 2011 году во всех съемках отмечались нарушения качества воды озера в контрольном створе. В 2010 году нарушения отмечались только в пяти наблюдениях из девяти проведенных. Наиболее загрязненной вода озера была в октябре 2011 года. В этот же период в 50 % отобранных проб воды содержание несulfатной серы находилось в пределах 0,3 – 0,4 мг/л.

По сравнению с периодом, когда комбинат не работал (2009 г.), в 2011 году увеличились максимальные концентрации суммы минеральных веществ, в том числе сульфатов и хлоридов, а также возросла частота обнаружения летучих фенолов.

В 2009 году при не работающем комбинате нарушения качества воды озера были обусловлены только поступлением бытовых сточных вод, что иногда фиксировалось по увеличению концентрации летучих фенолов в воде озера до 2 - 3 ПДК. Таким образом, возобновление сброса сточных вод Байкальского ЦБК способствовало снижению качества воды озера Байкал в районе контрольного створа, расположенного в 100 м от глубинного рассеивающего сброса сточных вод БЦБК.

Данные гидрохимических съемок на акватории, прилегающей к БЦБК, сопоставлялись с результатами наблюдений на ближних фоновых вертикалях Южного Байкала (табл. 1.1.1.2.2) . Сезонные гидрохимические наблюдения проводились на акватории площадью 250 км² с более частым отбором проб (через 600 м) в зоне рассеивания сточных вод – на полигоне площадью 35 км². Пробы воды отбирались в марте с горизонтов 0,5 м, 25 – 50 м, 75 – 100 м, 200 м и придонный - 1 м от дна. В 2011 году Байкальским ЦГМС было отобрано 516 проб воды и выполнено 5310 измерений химического состава по 20 компонентам.

В подледный период в районе БЦБК наблюдали увеличение максимальных концентраций суммы минеральных соединений до 103 мг/л (фон 96 мг/л) и несulfатной серы до 0,4 мг/л (фон 0,2 мг/л). В период открытого озера (август) были повышены максимальные концентрации сульфат-ионов до 8,6 мг/л (фон 7,4 мг/л), хлорид-ионов до 1,4 мг/л (фон 1,0 мг/л) и нефтепродуктов до 0,04 мг/л (фон – 0,01 мг/л). Значимых различий между средними значениями концентраций химических соединений на акваториях контролируемых районов в 2011 году не установлено.

Таблица 1.1.1.2.2

Гидрохимическая характеристика воды озера Байкал в районе БЦБК и на фоновых вертикалях, мг/л

| Показатели (горизонты наблюдения) | Год | месяц | район БЦБК | | | фон | | |
|-----------------------------------|------|---------|------------|-------|-------|------|-------|-------|
| | | | мин. | макс. | сред. | мин. | макс. | сред. |
| рН, ед. (0,5-200 м) | 2010 | март | 7,4 | 7,8 | 7,7 | -* | - | - |
| | | июль | 7,6 | 8,0 | 7,7 | 7,6 | 7,9 | 7,8 |
| | | октябрь | 7,5 | 8,1 | 7,8 | 7,6 | 7,9 | 7,8 |
| | 2011 | март | 7,5 | 7,8 | 7,6 | 7,6 | 7,7 | 7,6 |
| | | август | 7,8 | 8,5 | 8,0 | 7,9 | 8,4 | 8,1 |
| кислород, мг/л, (0,5-25 м) | 2010 | март | 10,0 | 13,6 | 12,2 | - | - | - |
| | | июль | 11,0 | 12,7 | 12,0 | 11,9 | 12,1 | 12,0 |
| | | октябрь | 8,9 | 11,4 | 10,0 | 10,1 | 10,8 | 10,7 |
| | 2011 | март | 10,6 | 13,0 | 12,0 | 12,0 | 12,6 | 12,2 |
| | | август | 8,8 | 12,2 | 10,6 | 10,4 | 11,5 | 11,0 |

* Данный показатель не определяли

| Показатели (горизонты наблюдения) | Год | месяц | район БЦБК | | | фон | | |
|--|------|---------|------------|-------|-------|------|-------|-------|
| | | | мин. | макс. | сред. | мин. | макс. | сред. |
| минеральные вещества, мг/л, (0,5-200 м) | 2010 | март | 95 | 107 | 100 | - | - | - |
| | | июль | 89 | 104 | 96 | 91 | 96 | 94 |
| | | октябрь | 94 | 98 | 96 | 95 | 97 | 96 |
| | 2011 | март | 89 | 103 | 94 | 91 | 96 | 93 |
| | | август | 83 | 89 | 86 | 83 | 84 | 84 |
| сульфаты, мг/л, (0,5-200 м) | 2010 | март | 3,2 | 7,8 | 5,6 | - | - | - |
| | | июль | 3,7 | 7,6 | 5,2 | 4,3 | 6,1 | 5,2 |
| | | октябрь | 4,5 | 6,7 | 5,7 | 5,8 | 6,8 | 6,2 |
| | 2011 | март | 3,9 | 8,4 | 5,7 | 5,2 | 6,6 | 6,0 |
| | | август | 3,7 | 8,6 | 5,6 | 4,5 | 7,4 | 6,0 |
| хлориды, мг/л, (05-200 м) | 2010 | март | 0,7 | 1,3 | 0,9 | - | - | - |
| | | июль | 0,6 | 1,3 | 1,0 | 0,9 | 1,1 | 1,0 |
| | | октябрь | 0,8 | 1,1 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 0,9 |
| | 2011 | март | 0,7 | 1,0 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| | | август | 0,7 | 1,4 | 1,0 | 0,8 | 1,0 | 0,9 |
| нефтепродукты, мг/л (0,5 м) | 2010 | март | 0,01 | 0,04 | 0,02 | - | - | - |
| | | июль | 0,00 | 0,05 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| | | октябрь | 0,00 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| | 2011 | март | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| | | август | 0,00 | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| цветность, мг/л, (0,5-200 м) | 2010 | март | 1 | 20 | 6 | - | - | - |
| | | июль | 3 | 21 | 9 | 6 | 10 | 8 |
| | | октябрь | 1 | 17 | 8 | 4 | 20 | 11 |
| | 2011 | март | 1 | 22 | 7 | 4 | 13 | 6 |
| | | август | 2 | 32 | 8 | 7 | 22 | 14 |
| взвешенные вещества, мг/л (0,5-200 м) | 2010 | март | 0,0 | 1,6 | 0,1 | - | - | - |
| | | июль | 0,0 | 0,5 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | | октябрь | 0,0 | 0,9 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 2011 | март | 0,0 | 0,9 | 0,1 | 0,0 | 0,2 | 0,0 |
| | | август | 0,0 | 0,7 | 0,1 | 0,0 | 0,2 | 0,1 |
| кремний, мг/л (0,5-200 м) | 2010 | март | 0,7 | 0,9 | 0,8 | - | - | - |
| | | июль | 0,7 | 1,1 | 0,8 | 0,8 | 1,0 | 0,9 |
| | | октябрь | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| | 2011 | март | 0,5 | 1,0 | 0,7 | 0,6 | 0,9 | 0,8 |
| | | август | 0,8 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 0,8 |

Относительно пониженные единичные значения концентрации растворенного в воде кислорода (до 8,8 мг/л против 10,4 мг/л фона) были определены на горизонте 0,5 м за пределами основного полигона БЦБК в прибрежной зоне Хара-Муринской банки, расположенной восточнее сброса сточных вод комбината. Возможно, это объясняется разницей температуры воды в прибрежных районах (средняя - 7,2°C; максимальная – 15,7°C) и на фоновых вертикалях озера (средняя - 5,7°C; максимальная –11,3°C). Среднее содержание растворенного в воде кислорода в районе влияния стоков БЦБК составило 11,3 мг/л, на фоновых вертикалях -11,6 мг/л.

В сравнении с данными наблюдений 2010 года в 2011 году отмечено увеличение максимальной концентрации сульфат-ионов от 7,8 мг/л до 8,6 мг/л (средняя концентрация - 5,5-5,6 мг/л) и цветности от 21 до 32 градусов (средняя без изменения – 8 градусов). Средние значения концентраций химических соединений и гидрохимических показателей в воде озера Байкал в районе БЦБК сохранились на уровне 2010 года.

Динамика зон загрязнения озера сточными водами БЦБК наблюдалась на постоянно контролируемом полигоне (35 км²) по концентрациям несulfатной серы. В районе выпуска сточных вод БЦБК определялись зоны загрязнения озера соединениями несulfатной серы на горизонтах 0,5 м, 25-50 м, 75 м, 200 м и придонном (1 м от дна). В 2011 году, как и в 2010 году, на отдельных горизонтах водной толщи зоны загрязнения обнаруживались в пределах 2 – 13 км² (12-20 км² в 2008 г.). В подледный период несulfатная сера обнаруживалась в 13 % отобранных проб воды (концентрации в пределах 0,2 – 04 мг/л). Наибольший процент обнаружения – 16,7 % отмечался в придонном горизонте и наименьший - 9,5 % на горизонте 75 – 100 м. В период открытого озера (август) несulfатная сера обнаруживалась в 23 % отобранных проб воды (концентрации в пределах 0,2-03 мг/л). Наибольший процент обнаружения – 36 % отмечался на горизонте 0,5 м и наименьший - 19,2 % в придонном горизонте.

В сравнении с 2008 годом, когда наблюдалось максимальное загрязнение озера в районе БЦБК, в 2011 году, так же как и в 2010 году, снизились концентрации несulfатной серы с 0,9 мг/л до 0,4 мг/л в марте и до 0,3 мг/л в августе. Частота их обнаружения так же снизилась до 23 % (в 2008 г.- 41 %).

В августе 2011 года в **районе Селенгинского мелководья** на горизонте 0,5 м Байкальским ЦГМС было отобрано 12 проб воды и выполнено 240 измерений по 20 компонентам химического состава воды. В химическом составе воды Селенгинского мелководья в 2011 году не обнаружено изменений качественного состава и количественного содержания по основным контролируемым компонентам, наблюдаемым в этом районе.

Среднее содержание биогенных элементов в воде поверхностного горизонта мелководья составило: соединений кремния-1,1 мг/л; общего азота – 0,131 мг/л; органического азота - 0,129 мг/л; нитратного азота - 0,01 мг/л; общего фосфора - 0,012 мг/л; органического фосфора - 0,011 мг/л; фосфатов – 0,001 мг/л. Аммонийный азот был обнаружен только в двух из 12, отобранных проб воды, в концентрации 0,01 мг/л; нитритный азот не обнаружен.

Среднее содержание суммы минеральных соединений составляло 90 мг/л, сульфат-ионов – 5,5 мг/л; хлорид-ионов - 1,0 мг/л; растворенного кислорода – 9,3 мг/л (насыщение – 87 %), величины цветности – 19⁰ и температуры – 12⁰ С. Содержание нефтепродуктов в воде мелководья было ниже ПДК и определялось в пределах 0,01 – 0,02 мг/л.

Гидрохимические наблюдения на озере Байкал в районе южной оконечности озера Байкал (**в районе пгт. Култук – г. Слюдянка**) проводились в октябре 2011 года на горизонтах 0,5 м, 25 м, 50 м, 200 м и придонный (1 м от дна). Байкальским ЦГМС было отобрано 104 пробы воды и выполнено 1115 измерений по 26 компонентам химического состава воды озера.

В сравнении с водой открытого Байкала и Селенгинского мелководья в районе п. Култук – г. Слюдянка относительно повышено содержание биогенных элементов. Их среднее содержание в воде составляло: общего азота – 0,186 мг/л; органического азота - 0,176 мг/л; нитратного азота - 0,03 мг/л; аммонийного азота - 0,01 мг/л; общего фосфора - 0,014 мг/л; органического фосфора - 0,008 мг/л; фосфатов – 0,006 мг/л. В воде этого района нитритный азот определяется в пределах 0,000 – 0,003 мг/л. Количество проб воды с содержанием нитритного азота равным 0,002 – 0,003 мг/л составляло 19 %. В пунктах отбора проб воды, расположенных ближе к п. Култук, нитритный азот обнаруживался чаще.

В 2011 году Иркутским ЦГМС-Р и Байкальским ЦГМС проводились гидрохимические наблюдения в районах расположения портов Южного Байкала - п. Б. Голоустное, п. Култук, п. Байкальск и п. Выдрино. С поверхностного горизонта озера в районе портов было отобрано 18 проб воды и выполнено 379 измерений по 23 показателям качества воды. В сравнении с данными 2010 года в 2011 году отмечалось снижение в воде озера средних величин цветности от 18 до 14 ед. (максимальная 33 ед., п. Выдрино), взвешенных веществ от 1,3 до 0,8 мг/л (максимальная 2,3 мг/л, п. Голоустное), суммы минеральных веществ от 94 до 90 мг/л (максимальная 126 мг/л, п. Култук), нитритного азота от 0,002 до 0,001 мг/л (максимальная 0,003 мг/л, п. Култук), органического азота от 0,355 до 0,209 мг/л (максимальная 0,480 мг/л, п. Байкальск), общего азота от 0,370 до 0,219 мг/л (максимальная 0,480 мг/л, п. Байкальск), фосфатов от 0,006 до 0,003 мг/л (максимальная 0,014 мг/л, п. Б. Голоустное) и нефтепродуктов от 0,02 до 0,01 мг/л (максимальная 0,03 мг/л, п. Б. Голоустное).

В 2011 году отмечено снижение в воде озера в районе портов биогенных элементов. В районе п. Байкальск в 1,5 раза понизился уровень максимальных концентраций минеральных форм азота и в 2,7 раза фосфатов. В районе п. Выдрино в 5 раз снизились концентрации органического азота и в 4 раза общего азота. В районе п. Култук в среднем в 2 раза снизились максимальные концентрации минеральных форм азота и в 5 раз фосфатов. В районе п. Б. Голоустное в 1,3 раза снизились концентрации органического и общего фосфора и 1,5 раза нитритного азота.

В районе п. Култук в марте было зафиксировано низкое содержание кислорода - 6,6 мг/л (45% насыщения), что ниже ПДК для воды озера Байкал (8 мг/л). В целом за год насыщение воды кислородом в районах портов составляло по осредненным данным 91 % (п. Выдрино), 92 % (п. Байкальск) и 93 % (п. Култук). В марте в районе п. Култук также было установлено высокое содержание суммы минеральных веществ - 126 мг/л и хлоридных ионов - 2,1 мг/л. Максимальная концентрация хлоридных ионов была определена в июне в районе п. Байкальск - 3,1 мг/л.

В 2011 году также как и в 2009–2010 гг. в районах всех портов Южного Байкала не наблюдалось превышения ПДК нефтепродуктов. Средняя концентрация была равна 0,01 мг/л, а максимальная 0,03 мг/л (июнь, п. Б. Голоустное). Максимальные концентрации летучих фенолов снизились от 0,004 мг/л (2010 г.) до 0,002 мг/л (2011 г.). Повышенные концентрации летучих фенолов обнаружены в районе п. Выдрино (апрель), п. Култук (апрель) и п. Байкальск (август, сентябрь). В целом антропогенная нагрузка на озеро Байкал в районе портов в 2011 году снизилась по сравнению с предшествующими годами наблюдений.

Выводы

1. Возобновление сброса сточных вод БЦБК способствовало снижению качества воды озера Байкал в районе контрольного створа, расположенного в 100-м от глубинного рассеивающего сброса сточных вод БЦБК.

В 2011 году нарушения качества воды озера Байкал фиксировались в 100-метровом контрольном створе по содержанию сульфат-ионов в августе и октябре до 1,2 ПДК; хлорид-ионов в октябре до 2,6 ПДК, летучих фенолов в феврале и июне - до 3 ПДК.

2. В 2011 году антропогенная нагрузка на озеро Байкал в районе портов в южной части озера (пгт. Култук, г. Байкальск, с. Выдрино, с. Б. Голоустное) снизилась по сравнению с 2010 годом.

3. В 2011 году объем комплексных наблюдений на озере был увеличен по сравнению с 2010 годом за счет проведения (возобновления) работ на Селенгинской авандельте. Однако, как и в 2009 и 2010 гг., не проводились гидрохимические наблюдения в районах истока р. Ангара и в северной части озера (зона влияния БАМ) по причине отсутствия научно-исследовательского судна.