1.1.1.3. Донные отложения

(ФГБУ «Гидрохимический институт» Росгидромета, г. Ростов-на-Дону; ФГБУ «Иркутское УГМС» Росгидромета)

Донные отложения - один из наиболее информативных элементов природной среды. Они накапливают загрязняющие вещества, поступающие в озеро, состав и объем которых характеризуют наличие и развитие негативных геохимических и биогеохимических процессов, происходящих в современном слое отложений под влиянием процессов в водной толще.

В 2013 году впервые после многолетнего перерыва комплексный мониторинг на озере Байкал был проведен на всех участках (полигонах) озера, наиболее сильно подверженных антропогенному воздействию: район сброса сточных вод БЦБК, зона воздействия на озеро трассы БАМ и аванделька реки Селенга. На всех участках, кроме района воздействия БЦБК, в пробах донных отложений определялись не только основные геохимические показатели, но также и содержание полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) и хлорорганических пестицидов (ХОП). В районе сбросов БЦБК мониторинг ПАУ и ХОП проводился в 2012 году.

Состояние донных отложений в районе выпуска сточных вод Байкальского ЦБК

В 2013 году на озере Байкал в районе выпуска сточных вод БЦБК была проведена только одна съемка в марте – подледная. Площадь исследуемого полигона в марте 2013 года составила 15,7 км^2 (в октябре 2012 г. – 12,9 км^2). Одновременно были отобраны пробы на фоновом участке, расположенном в районе аванделька р. Безымянная, в 22 км к западу от выпуска сточных вод комбината. Станции отбора проб находились на глубинах 15-340 м (в 2012 г. – на глубинах 19-320 м).

Содержание растворенного кислорода в грунтовой воде в марте 2013 года увеличилась по сравнению с октябрем 2012 г. с 8,2 мг/л до 10,9 мг/л. В 2013 году всего в двух пробах обнаружено содержание растворенного кислорода ниже 9,0 мг/л (предельный уровень содержания растворенного кислорода в грунтовой воде южного Байкала).

Содержание растворенного кислорода является важнейшим показателем качественного состава грунтовой воды. На глубине более 100 м в зоне развития тонких мелкоалевритовых и глинистых илов содержание растворенного кислорода в грунтовой воде уменьшается приблизительно в 1,1-1,2 раза по сравнению с содержанием в грунтовой воде разнозернистых песков мелководья. Содержание растворенного кислорода в подледный период в 1,1-1,2 раза больше, чем в осенний период.

В фоновом районе полигона содержание растворенного кислорода в 2013 году составило 10,69 мг/л, в 2011 г. - 10,95 мг/л. В 2012 году пробы на фоновом участке не отбирались. В марте 2005 года среднее содержание растворенного кислорода составляло 12,0 мг/л (таблица 1.1.1.3.1).

Анализ результатов **химического состава грунтовой воды** на полигоне в марте 2013 года показывает ряд улучшений по многим приоритетным показателям при сравнении с предыдущими годами наблюдений. Из шести анализируемых показателей возросло только содержание азота минерального. В марте 2013 года было зафиксировано среднее содержание минерального азота 0,11 мг/л, что от 1,6 до 5,5 раз превышает определение последнего в 2005-2012 гг. На фоновом участке полигона содержание азота минерального составило 0,05 мг/л. В марте 2005 г. среднее содержание минерального азота составило 0,07 мг/л.

Наиболее представительным показателем **загрязнения донных отложений** (таблица 1.1.1.3.2) в районе комбината является содержание серы сульфидной. Содержание серы сульфидной 0,005 % является фоновым содержанием для донных отложений южного Байкала.

Таблица 1.1.1.3.1

Гидрохимическая характеристика грунтовой воды в районе выпуска сточных вод БЦБК, мг/л
(числитель - пределы, знаменатель - среднее значение)

Показатели	2005 г.	2010 г.		2011 г.	2012 г.	2013 г.	Изменение по средним за год (%)
	март	июль	октябрь	август	октябрь	март	март 2013 г./ октябрь 2012 г.
Растворенный кислород, мгO_2/л	8,14-13,25 / 12	10,5-11,8 / 11,3	8,11-11,4 / 10,6	3,6-11,4 / 9,8	4,9-10,2 / 8,2	7,7-12,3 / 10,9	32,9[1)]
Минеральный азот	0-0,34 / 0,07	0-0,22 / 0,04	0,003-0,022 / 0,04	0,003-0,17 / 0,02	0,006-0,067 / 0,02	0,002-0,75 / 0,11	в 4,5 раза
Фосфатный фосфор	0,001-0,060 / 0,008	0-0,032 / 0,005	0,002-0,028 / 0,008	0-0,039 / 0,009	0-0,042 / 0,009	0-0,013 / 0,004	-55,6
Органические кислоты летучие	0-7,68 / 1,81	0,41-3,13 / 1,58	0,36-4,14 / 1,91	0-7,20 / 2,8	0,29-4,70 / 1,7	0-3,49 / 1,5	-11,8
Органические кислоты нелетучие	0,24-1,20 / 3,05	0,20-2,86 / 1,45	0,24-2,69 / 0,95	0,20-4,00 / 1,5	0-6,65 / 1,4	0,59-2,26 / 1,5	7,1
Летучие фенолы	0	0-0,003 / 0,001	0-0,002 / <0,001	0-0,003 / 0,001	0-0,007 / 0,001	0-0,002 / 0,001	-

Примечания: Изменения значений показателей показаны цветом: желтым – в пределах 10 %, зеленым – уменьшение более 10 %, оранжевым – увеличение более 10 %.

Таблица 1.1.1.3.2

Геохимическая характеристика донных отложений в районе выпуска сточных вод БЦБК, %
(числитель - пределы, знаменатель - среднее значение)

Показатели	2005 г.	2010 г.		2011 г.	2012 г.	2013 г.	Изменение по средним за год (%)
	март	июль	октябрь	август	октябрь	март	Март 2013 г./ октябрь 2012
Органический азот	0,04-0,25 / 0,13	0,04-0,31 / 0,16	0,02-0,27 / 0,12	0,10-0,26 / 0,14	0,04-0,31 / 0,17	0,04-0,24 / 0,14	-17,6
Органический углерод	0,1-2,8 / 1,4	0,3-3,4 / 1,6	0,2-2,6 / 1,3	0,2-2,73 / 1,6	0,3-3,0 / 1,7	0,3-2,3 / 1,2	-29,4
Сульфидная сера	0,002-0,012 / 0,006	0,001-0,017 / 0,004	0-0,010 / 0,003	0,002-0,015 / 0,007	0,001-0,020 / 0,007	0-0,006 / 0,001	-85,7
Легкогидролизуемые углеводы (ЛГУ)	0,09-0,83 / 0,43	0,11-0,93 / 0,52	0,09-0,58 / 0,36	0,14-1,03 / 0,62	0,03-0,65 / 0,32	0,13-1,09 / 0,56	75,0
Трудногидролизуемые углеводы (ТГУ)	0,03-0,96 / 0,35	0,07-0,71 / 0,35	0,09-0,65 / 0,34	0,09-0,91 / 0,44	0,06-0,85 / 0,47	0,03-0,98 / 0,35	-25,5
Лигнино-гумусовый комплекс (ЛГК)	1,11-2,42 / 1,56	0,58-1,29 / 1,0	0,12-1,17 / 0,71	0,53-1,81 / 0,96	0,32-1,58 / 0,81	0,37-1,02 / 0,75	-7,4
ТГУ+ЛГК / Общая сумма органических веществ	31-74 / 46	15-38 / 23	9-48 / 24	99-63 / 31	18-36 / 27	17-39 / 24	-11,1

[1)] Увеличение содержания растворенного кислорода в грунтовой воде свидетельствует об улучшении ее качества

В марте 2013 года среднее содержание серы сульфидной составило 0,001 %. Превышение фонового содержания серы сульфидной было зафиксировано только в одной пробе и составило 0,006 %. На фоновом участке среднее содержание серы, также составило 0,001 %. Сокращение среднего содержания серы сульфидной на полигоне в марте 2013 года в 3-7 раз, в сравнении с предыдущими годами наблюдений (2005-2012 гг.), обусловлено изменением методики определения серы сульфидной в донных отложениях озера Байкал.

Все другие геохимические и гидрохимические характеристики состояния донных отложений и грунтовой воды в целом не превышали их среднемноголетних значений.

Размеры зоны загрязнения, определенной по суммарному показателю - превышение средних содержаний ингредиентов контроля грунтовой воды и донных отложений на глубинах до 350 м, составляли в марте 2013 года - 6,2 км^2 (в 2012 г. – 5,5 км^2, в 2011 г. – 5,4 км^2, в марте 2005 г. – 6,0 км^2). В период ледостава при ослаблении гидродинамического воздействия на донные отложения происходит накопление загрязняющих веществ в районе выпуска сточных вод комбината.

Размер зоны загрязнения в районе выпуска сточных вод комбината в последние годы увеличивается. В настоящее время процесс деструкции загрязняющих веществ в донных отложениях полигона происходит медленнее, чем поступление последних на этот участок озера.

Полициклические ароматические углеводороды, хлорорганические пестициды и полихлорбифенилы в донных отложениях озера в районе влияния сточных вод БЦБК в марте 2013 года не определялись.

Состояние донных отложений на севере озера в зоне влияния трассы БАМ

Во время экспедиции в октябре 2013 года было отобрано 16 проб донных отложений и 16 проб грунтовой воды на глубинах 20-210 м (в 2007 г. - по 17 проб донных отложений и грунтовой воды на глубинах 18-240 м). Станции отбора проб находились в прибрежной полосе шириной 1 км, расположенной вдоль западного и северного берегов на участке от Дагарской губы до м. Котельниковский, а также на восточном берегу Северного Байкала на двух станциях в устье р. Томпа и у мыса Хакусы. Донные отложения прибрежной полосы на севере озера образуются в основном под влиянием стока рек: Верхняя Ангара, Кичера, Тыя, Рель.

Характеристики состояния грунтовой воды и донных отложений анализировались по стандартному набору показателей, применяемому ФГБУ «Иркутское УГМС» на всех полигонах на озере Байкал. Кроме того, в донных отложениях определялось содержание ПАУ и ХОП. Гидрохимические показатели грунтовой воды являются остро динамичными, их значения могут изменяться в течение нескольких недель, в то время как геохимические характеристики донных отложений более стабильны.

Комплексный многолетний мониторинг на севере озера показал, что зона наибольшего загрязнения донных отложений и грунтовой воды приурочена к северо-западной части полигона, которая подвержена антропогенному воздействию вследствие прохождения в прибрежной полосе трассы БАМ. Далее эта часть полигона, включающая 6 станций отбора проб, определяется, как контрольный участок, испытывающий наибольшую антропогенную нагрузку. Существенных отличий по большей части показателей характеризующих качественное состояние донных отложений и грунтовой воды в 2013 году по сравнению с 2004 г., 2006 г. и 2007 г. не наблюдается.

Гидрохимическая характеристика грунтовой воды на Севере Байкала представлена в таблице 1.1.1.3.3. Отмечается некоторое ухудшение гидрохимической обстановки по сравнению с данными 2007 г. Так, среднее содержание растворенного кислорода на полигоне в 2013 году составляло 7,99 мг/л (в 2007 г. - 8,93 мг/л). На контрольном участке произошло снижение концентрации растворенного кислорода до 6,51 мг/л 2013 г. (в 2007 г. - 8,13 мг/л).

Таблица 1.1.1.3.3

Гидрохимическая характеристика грунтовой воды на Севере Байкала, мг/л
(числитель - пределы, знаменатель - среднее значение,
в скобках содержание в пробах, отобранных на контрольном участке)

Показатели	2006 г.		2007 г.		2013 г.	Изменение по средним за год (%)
	июль	сентябрь	июнь	сентябрь-октябрь	октябрь	март 2013 г./ октябрь 2012 г.
Растворенный [1]) кислород, мгO_2/л	2,17-11,03 8,47 (7,81)	0,62-10,72 6,05 (3,88)	1,64-12,8 9,59 (6,7)	2,34-11,2 8,93 (8,13)	2,54-10,8 7,99 (6,51)	-10,5
Минеральный азот	0-0,48 0,08 (0,11)	0,03-0,12 0,08 (0,07)	0,07-1,19 0,25 (0,46)	0-0,95 0,12 (0,28)	0,002-0,178 0,057 (0,74)	-52,5
Фосфатный фосфор	0,001-0,010 0,003 (0,002)	0,020-0,069 0,034 (0,039)	0,004-0,132 0,029 (0,34)	0-0,023 0,006 (0,010)	0,002-0,037 0,015 (0,017)	150
Летучие фенолы	0-0,005 0,001 (0,002)	0-0,002 0 (0)	0-0,002 <0,001 (0)	0 0 (0)	0-0,001 0,001 (0,001)	100

Примечания: Изменения значений показателей показаны цветом: желтым – в пределах 10 %, зеленым – уменьшение более 10 %, оранжевым – увеличение более 10 %.

В октябре 2013 года при сравнении с 2007 г. обнаружено увеличение концентрации фосфора фосфатного в 2,5 раза – с 0,006 до 0,015 мг/л (на контрольном участке – до 0,017 мг/л (2007 г. - 0,010 мг/л). Среднемноголетняя величина содержания фосфора фосфатного в грунтовой воде на севере озера в период 1995-2004 гг. составляла 0,017 мг/л, на контрольном участке - 0,019 мг/л, а в восьмидесятых годах прошлого века среднее содержание показателя колебалось в пределах 0,004-0,053 мг/л.

Таблица 1.1.1.3.4

Геохимическая характеристика донных отложений на Севере Байкала, %
(числитель - пределы, знаменатель - среднее значение,
в скобках содержание на контрольном участке)

Показатели	2006 г.		2007 г.		2013 г.	Изменение по средним за год (%)
	июль	сентябрь	июнь	сентябрь-октябрь	октябрь	март 2013 г./ октябрь 2012 г.
Органический азот	0,06-0,54 0,22 (0,28)	0,04-0,66 0,23 (0,36)	0,02-0,60 0,20 (0,29)	0,04-0,66 0,21 (0,28)	0,06-0,70 0,23 (0,36)	9,5
Органический углерод	0,54-7,13 2,33(3,41)	0,20-8,57 2,74 (4,14)	0,08-8,55 2,14 (3,12)	0,10-8,67 2,43 (3,52)	0,15-6,83 2,26 (3,40)	-7,0
Сульфидная сера	0,002-0,014 0,006 (0,006)	0,002-0,012 0,005(0,007)	0,002-0,015 0,006 (0,007)	0,001-0,041 0,008 (0,011)	0-0,025 0,006 (0,007)	-25
Легкогидролизуемые углеводы (ЛГУ)	0,22-0,91 0,44 (0,50)	0,14-0,76 0,35 (0,38)	0,8-2,08 0,68 (0,85)	0,11-2,60 0,76 (1,10)	0,32-2,51 0,86 (1,24)	13,2
Трудногидролизуемые углеводы (ТГУ)	0,13-0,91 0,38 (0,42)	0,14-0,96 0,50 (0,59)	0,02-1,09 0,25 (0,37)	0,10-2,93 0,64 (1,06)	0,12-2,64 0,67 (1,02)	4,7
Лигнино-гумусовый комплекс (ЛГК)	0,80-2,36 1,17 (1,38)	0,77-2,67 0,84 (0,79)	0,01-2,16 0,94 (1,05)	0,07-2,34 0,79 (1,31)	0,35-2,35 1,01 (1,38)	27,8
ТГУ+ЛГК / Общая сумма органических веществ	15-39 26 (24)	16-106 46 (23)	10-69 26 (21)	10-50 28 (35)	18-84 34	21,4

[1] Уменьшение содержания растворенного кислорода в грунтовой воде свидетельствует об ухудшении ее качества

Отмеченное увеличение содержания в грунтовой воде фосфора фосфатного, а также уменьшение содержания растворенного кислорода связано с увеличением объема речного стока и концентрации взвешенных веществ в замыкающих створах рек Верхняя Ангара, Тыя.

Наиболее информативным показателем **загрязненности донных отложений** является содержание серы сульфидной. В 2013 году ее среднее содержание на полигоне составило 0,006 % (таблица 1.1.1.3.4). Максимальные концентрации сульфидной серы отмечены устьях рек: р. Кичера - 0,025 %, р. Рель - 0,011 %, р. Томпа - 0,024 %. Среди других контролируемых показателей в донных отложениях в 2013 году при сравнении с 2007 г. отмечен незначительный рост легкогидролизуемых углеводов и лигнино-гумусового комплекса в 1,1 и 1,3 раза, соответственно, что также связано с увеличением в речном стоке взвешенных веществ. В целом можно отметить, что в 2013 году на севере озера резкого увеличения загрязнения не отмечено.

В октябре 2013 года были возобновлены наблюдения **содержания полициклических ароматических углеводородов (ПАУ)** в донных отложениях на севере озера. Было отобрано 11 проб, в которых идентифицированы следующие соединения: аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз(а)антрацен, хризен, бенз(b)флуорантен, перилен, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен, дибенз(a,h)антрацен, бенз(g,h,i)перилен, инден[1,2,3-c,d]пирен, антантрен, коронен. Суммарное содержание ПАУ в 2013 году составило 81,16 мкг/кг сухого остатка.

В пробах отмечено преобладание фенантрена 20,5 % (бенз(а)пирен - 3,7 %) от суммы всех ПАУ, который по ряду показателей имеет преимущественно природное происхождение. В 2013 году в 2 пробах в районе г. Нижнеангарск были отмечены содержания ПАУ 114,7 и 278,6 мкг/кг сухого остатка, что позволяет эту часть района отнести к слабо загрязненным.

В донных отложениях на севере озера содержание бенз(а)пирена в 2013 году варьировало в интервале 0,6-10,6 мкг/кг с.о. (таблица 1.1.1.3.5). По сравнению с 1988 г. произошло увеличение концентраций бенз(а)пирена в 2,3 раза. Максимальное содержание арена обнаружено на авандельте р. Кичера – 10,6 мкг/кг с.о., которая находится в прибрежной части г. Нижнеангарск.

Приведенные данные по накоплению бенз(а)пирена в донных отложениях полигона на севере озера в 2013 г. в целом свидетельствуют о повышении концентрации бенз(а)пирена, среднее содержание которого не превышает фонового значения, но в отдельной пробе в районе г. Нижнеангарск соответствует умеренному загрязнению.

Таблица 1.1.1.3.5

Содержание суммы ПАУ и бенз(а)пирена в донных отложениях на Севере Байкала, мкг/кг сухого остатка

(числитель – интервалы значений, знаменатель - среднее значение)

Показатели	**Годы наблюдений**		
	1984 г.	**1988 г.**	**2013 г.**
Бенз(а)пирен	0,7-7,6 / 2,94	0,1-3,4 / 1,3	0,6-10,6 / 3,04
Сумма ПАУ	Не опр.	Не опр.	24,9-287,6 / 81,16

Для оценки **содержания хлорорганических пестицидов** в 2013 году проанализированы 10 проб донных отложений, отобранных на северном Байкале.

Донные отложения анализировались на содержание в них следующих ХОП: альфа-, бета-, гамма гексахлорциклогексана (ГХЦГ), гексахлорбензола (ГХБ), метаболитов ди-

хлордифенилтрихлорметилметана (ДДТ), дихлорэтилена (ДДЕ), дихлордифенилдихлорэтана(ДДД), альдрина, дигидрогептахлора, диэлдрина (таблица 1.1.1.3.6).

ГХБ обнаружен во всех отобранных пробах. Среднее содержание пестицида составило 0,0004 мкг/кг с.о. (в 2007 г. - 0,0006 мкг/кг с.о.). Как и в 2007 г., в 2013 году максимальные содержания пестицида отмечается в пробах, отобранных на контрольном участке.

Таблица 1.1.1.3.6

Содержание хлорорганических пестицидов в донных отложениях на Севере Байкала в 2007 и 2013 гг., мкг/кг сухого остатка

(числитель - пределы, знаменатель - среднее значение)

Показатели	2007 г.	2013 г.	Изменение по средним за год (%)
ПХБ	0,004-0,007 / 0,005	Не опр.	-
ГХБ	0,0003-0,0007 / 0,0006	0,0002-0,003 / 0,0004	-33,3
Альфа-ГХЦГ	0,0012-0,003 / 0,002	0-0,0001 / 0,0001	-95,0
Бета-ГХЦГ	Не обнаружен	0-0,0002 / 0,00004	100
Гамма-ГХЦГ	0-0,0004 / 0,0002	Не обнаружен	-100
Альдрин	Не обнаружен	Не обнаружен	-
Дигидрогептахлор	Не обнаружен	0-0,0002 / 0,00014	-
Диэлдрин	Не обнаружен	0-0,0003 / 0,00013	-
ДДЕ	0,0003-0,0008 / 0,0005	<0,0001-0,002 / 0,0004	-20,0
ДДД	Не обнаружен	<0,0001-0,0003 / 0,0001	-
ДДТ	<0,0001-0,01 / 0,002	0,0001-0,0098 / 0,003	50

ГХЦГ в виде изомера альфа идентифицирован только в одной пробе со средним содержанием 0,0001 мкг/кг (в 2007 г. - 0,002 мкг/кг), бета-ГХЦГ идентифицирован в двух пробах по 0,0002 мкг/кг (в 2007 г. - не обнаружен), гамма-ГХЦГ в 2013 году не обнаружен (в 2007 г. обнаружен в двух пробах - 0,0003 мкг/кг и 0,0004 мкг/кг).

ДДТ в результате физико-химической и микробиологической трансформации в донных отложениях озера разлагается на ряд изомеров. В 2013 году среднее содержание изомера ДДТ составляло 0,003 мкг/кг, который обнаружен в 10 пробах донных отложений. ДДД был обнаружен в 6 пробах, со средним содержанием - 0,0001 мкг/кг. ДДЕ обнаружен в 7 пробах, со средним содержанием - 0,0004 мкг/кг. Превышение содержаний изомера ДДТ над изомером ДДЕ свидетельствует о недавнем поступлении пестицида и о незначительной трансформации ДДТ в более стойкие метаболиты.

Дигидрогептахлор обнаружен в двух пробах по 0,0002 мкг/кг, диэлдрин в одной пробе - 0,0003 мкг/кг. Альдрин в донных отложениях на севере озера в 2013 году не обнаружен.

ПХБ обнаружен во всех пробах со средним содержанием 0,0016 мг/кг и размахом величин 0,0003-0,0044 мг/кг с. о. (в 2007 г. – 0,005 мг/кг). Максимальные содержания суммы ПХБ приурочены к авандельте реки Кичера.

Представленные данные по содержанию ХОП в донных отложениях на севере озера в октябре 2013 года в сравнении с наблюдениями, проведенными в 2007 г. свидетельствуют об отсутствии роста загрязнения пестицидами донных отложений озера.

Состояние донных отложений на авандельте реки Селенга

В октябре 2013 года было продолжено изучение качественного состояния донных отложений и грунтовой воды авандельты реки Селенга. Полигон наблюдений на авандельте реки протянулся от протоки Прорва на юго-западе до м. Хребтовский на юго-востоке. В 2013 году было отобрано по 11 проб донных отложений и грунтовой воды на глубинах 15-56 м (в 2012 году пробы на этом участке не отбирались, в 2011 г. - по 12 проб на глубинах 11-55 м). В 2011 г. и 2013 г. сетки отбора проб на авандельте реки были идентичными. Сетка станций отбора проб в 1999 г. и в 2000 г. существенно отличалась от наблюдений в 2011 г. и 2013 г., так как тогда наблюдения проводились в мелководной зоне авандельты на глубинах от менее 1 до 12 м. Основной твердый сток реки Селенга аккумулируется в юго-западной части полигона между 20-метровой изобатой и протоками Шаманка и Среднеустье (рис. 1.1.1.3.1). Приоритетные показатели состояния **грунтовой воды** приведены в таблице 1.1.1.3.7.

Таблица 1.1.1.3.7

Гидрохимическая характеристика грунтовой воды в районе Селенгинского мелководья, мг/л

(числитель - пределы, знаменатель - среднее значение)

Показатели	1989 г.	1994 г.	2000 г.	2011 г.	2013 г.	Изменение по средним за год (%)
	июнь	июнь	июнь	август	октябрь	октябрь 2013 г./ август 2011 г.
Растворенный кислород, мгO_2/л	1,47-12,3 / 7,6	1,7-10,2 / 7,4	6,25-11,5 / 8,2	0,64-10,1 / 7,6	9,15-13,6 / 10,1	32,9
Минеральный азот	0-1,25 / 0,21	0-0,12 / 0,04	0-0,46 / 0,06	0-0,26 / 0,03	0-0,29 / 0,03	-
Фосфатный фосфор	0-0,016 / 0,007	0-0,029 / 0,010	0-0,023 / 0,006	0-0,011 / 0,003	0-0,122 / 0,011	в 3,6 раза
Летучие фенолы	0-0,007 / 0,002	0-0,002 / 0,001	0-0,008 / 0,001	0-0,002 / 0,001	0,001-0,003 / 0,002	в 2 раза

По показателю «растворенный кислород» отмечено улучшение экологической обстановки на авандельте реки. Среднее содержание растворенного кислорода в октябре 2013 года составило 10,1 мг/л, т.е. по сравнению августом 2011 г. увеличилось в 1,3 раза. Во всех пробах содержание растворенного кислорода было больше 9,0 мг/л. Средняя концентрация летучих фенолов в 2013 году по сравнению с 2000 г. и 2011 г. возросла в два раза, и составила 0,002 мг/л. Они были обнаружены во всех отобранных пробах.

Наиболее представительным показателем **состояния донных отложений** (таблица 1.1.1.3.8) в районе Селенгинского мелководья является содержание серы сульфидной, которое в 2013 году составило 0,005 %, что не превышает данных полученных в 2011 г. Максимальные содержание сульфидной серы в 2013 году на авандельте реки: 0,010 % и 0,026 % отмечены в крайней восточной части полигона (между протоками Кривая и Дологан), где обнаружено максимальное содержание лигнино-гумусового комплекса, органического азота, органического углерода.

В пробах донных отложениях авандельты реки Селенга были идентифицированы следующие 17 незамещенных аренов: аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз(а)антрацен, хризен, бенз(b)флуорантен, перилен, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен, дибенз(a,h)антрацен, бенз(g,h,i)перилен, инден[1,2,3-c,d]пирен, антантрен, коронен.

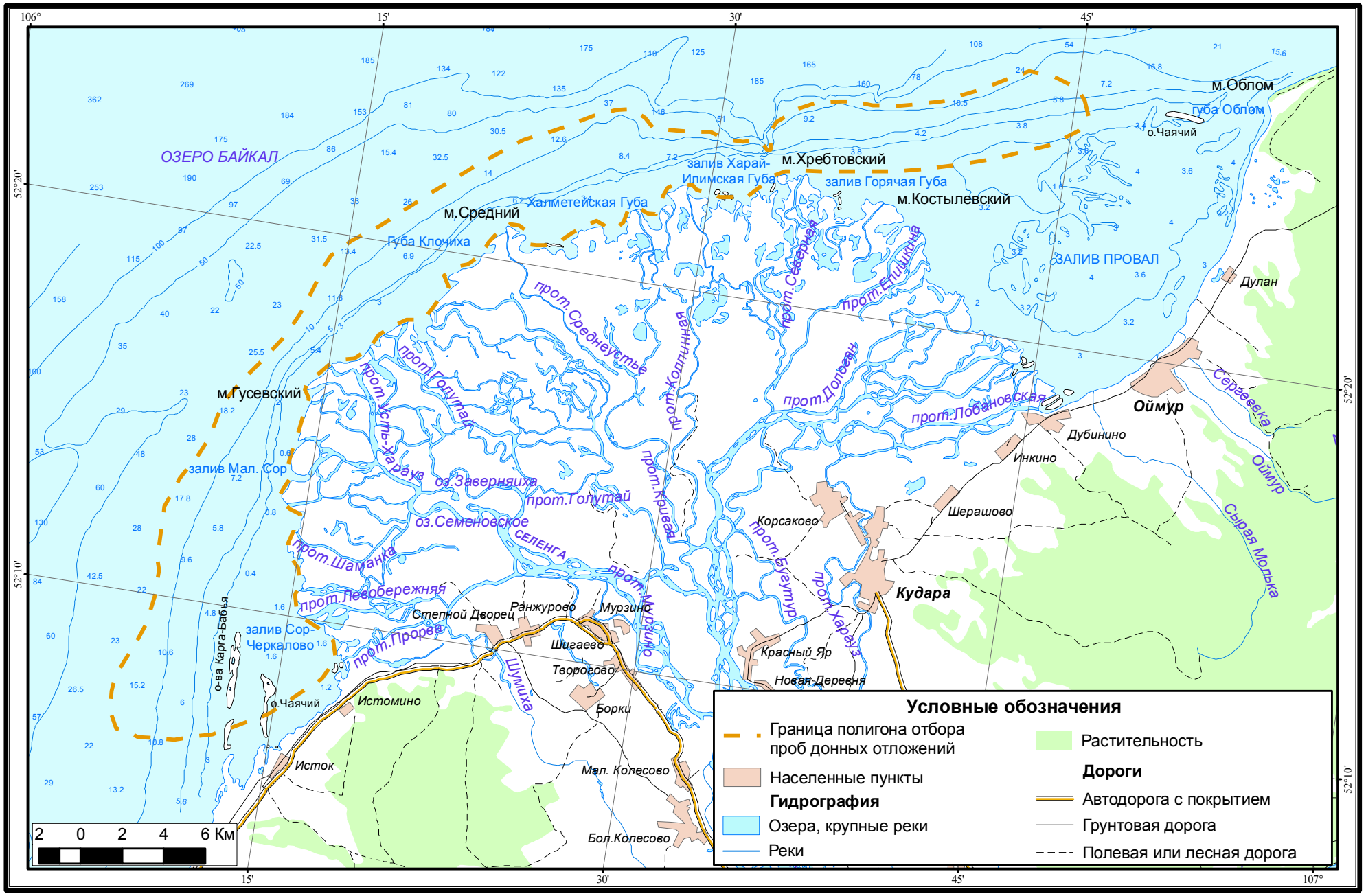

Рис.1.1.1.3.1. Схема авандельты реки Селенга.

Таблица 1.1.1.3.8

Геохимическая характеристика донных отложений в районе Селенгинского мелководья, %
(числитель - пределы, знаменатель - среднее значение)

Показатели	1989 г.	1994 г.	2000 г.	2011 г.	2013 г.	Изменение по средним за год (%)
	июнь	июнь	июнь	август	октябрь	октябрь 2013 г./ август 2011 г.
Органический азот	0,05-0,34 / 0,14	0,05-0,43 / 0,18	0,02-0,26 / 0,07	0,03-0,29 / 0,14	0,05-0,29 / 0,13	-7,1
Органический углерод	0,13-2,50 / 0,92	0,06-3,09 / 0,94	0,03-1,29 / 0,24	0,24-2,51 / 1,3	0,45-2,36 / 0,93	-28,5
Сульфидная сера	0,001-0,017 / 0,007	0-0,011 / 0,002	0,001-0,006 / 0,002	0,001-0,016 / 0,005	0,001-0,026 / 0,005	-
Легкогидролизуемые углеводы (ЛГУ)	0,05-0,46 / 0,57	0,09-0,52 / 0,22	0,09-0,62 / 0,23	0,11-0,74 / 0,36	0,20-0,91 / 0,42	16,7
Трудногидролизуемые углеводы (ТГУ)	0-0,71 / 0,31	0,06-0,80 / 0,22	0,04-0,39 / 0,13	0,12-1,22 / 0,46	0,06-0,38 / 0,18	-60,9
Лигнино-гумусовый комплекс (ЛГК)	0,07-1,23 / 0,63	0,33-1,36 / 0,66	0,70-1,61 / 0,93	0,52-1,65 / 1,2	0,51-1,26 / 0,86	-28,3
ТГУ+ЛГК / Общая сумма органических веществ	20-49 / 32	14-77 / 52	45-342 / 172	27-82 / 49	21-38 / 27	-44,9

По сравнению с анализами ПАУ в донных отложениях озера, выполненных в 2011 г., в пробах 2013 года отсутствуют нафталин и 1-метилнафталин, но выявлены новые арены антантрен и коронен. Суммарное содержание ПАУ в 2013 году составило 33,4 мкг/кг с.о. (в 2011 г. - 80,1 мкг/кг с.о.). Отмечено преобладание фенантрена 31,7 % (бенз(а)пирен - 3,3 %, в 2011 г. – 1,3 %), который по ряду показателей имеет преимущественно природное происхождение, возможно также на его появление влияет трансформация других пирогенных аренов. В 2011 г. среди аренов доминировали соединения нафталина (24,3 % от суммы ПАУ), которые имеют нефтяной генезис. Донные отложения относятся к слабо загрязненным.

Максимальные концентрации бенз(а)пирена приурочены к траверсу речного выноса в озеро через протоку Харауз как в 2013, так и в 2011 годах. В донных отложениях содержание бенз(а)пирена в 2013 году варьировало в интервале 0,2-1,7 мкг/кг с.о. (таблица 1.1.1.3.9).

Таблица 1.1.1.3.9

Содержание суммы ПАУ и бенз(а)пирена в донных отложениях в районе Селенгинского мелководья, мкг/кг сухого остатка
(числитель – интервалы значений, знаменатель - среднее значение)

Показатели	Годы наблюдений		
	1989 г.	2011 г.	2013 г.
Бенз(а)пирен	1,0-11,1 / 2,6	0,03-7,8 / 1,4	0,2-1,7 / 1,0
Сумма ПАУ	Не опр.	45,0-153,4 / 80,1	17,7-61,5 / 33,4

По сравнению с 2011 г. произошло снижение концентраций бенз(а)пирена на 29 %.

В октябре 2013 года было продолжено изучение хлорорганических пестицидов в донных отложениях на веерообразном спектре озерной части дельты реки. В этот период были проанализированы на содержание ХОП 11 проб донных отложений (в 2011 г. - 12

проб). Донные отложения авандельты реки анализировались на содержание в них, следующих ХОП: альфа-, бета-, гамма- ГХЦГ, ГХБ, метаболитов ДДТ, 4,4ДДЕ, 4,4ДДД, 4,4ДДТ, альдрина, дигидрогептахлора, диэлдрина (таблица 1.1.1.3.10).

ГХБ обнаружен в 9 из 11 отобранных проб, среднее содержание пестицида составило 0,0008 мкг/кг с.о. (в 2011 г. ГХБ был обнаружен только в одной пробе - 0,0071 мкг/кг). В 2013 году, как и в 2011 г., максимальное содержание пестицида отмечается в пробах, отобранных в траверсе выносов твердого стока протокой Харауз.

ГХЦГ идентифицирован только в одной пробе в виде изомера альфа- – 0,0002 мкг/кг. В 2011 г. изомер альфа-ГХЦГ был обнаружен в двух пробах 0,0001 и 0,0004 мкг/кг с.о.

В результате физико-химической и микробиологической трансформации в донных отложениях озера пестицид ДДТ разлагается на ряд изомеров. В 2013 году доминировал ДДТ со средним содержанием 0,0007 мкг/кг, который был обнаружен в 7 пробах донных отложений. ДДЕ также был обнаружен в 7 пробах со средним содержанием 0,0001 мкг/кг. ДДД обнаружен только в 3 пробах с содержанием 0,0001-0,0002 мкг/кг.

Таблица 1.1.1.3.10

Содержание хлорорганических пестицидов в донных отложениях на Селенгинском мелководье в 2011 и 2013 гг., мкг/кг сухого остатка

(числитель - пределы, знаменатель - среднее значение)

Показатели	2011 г.	2013 г.	Изменение по средним за год (%)
ПХБ	0-0,002 / 0,003	Не опр.	-
ГХБ	0-0,0071 / 0,0006	0-0,0039 / 0,0008	33,3
Альфа-ГХЦГ	0-0,0004 / 0,00004	0-0,0002 / 0,00002	-50,0
Бета-ГХЦГ	0-0,014 / 0,0012	Не обнаружен	-100
Гамма-ГХЦГ	0-0,008 / 0,0008	Не обнаружен	-100
Альдрин	Не обнаружен	Не обнаружен	-
Дигидрогептахлор	Не обнаружен	Не обнаружен	-
Диэлдрин	Не обнаружен	Не обнаружен	-
ДДЕ	0-0,0004 / 0,00006	0-0,0009 / 0,0001	66,7
ДДД	0-0,0002 / 0,00002	0-0,0002 / 0,00004	100
ДДТ	Не обнаружен	0,0001-0,002 / 0,0007	100

Превышение содержаний изомера ДДТ над изомером ДДЕ свидетельствует о недавнем поступлении пестицида в авандельту реки. Алдрин, дигидрогептахлор, диэлдрин в донных отложениях в авандельте реки в 2013 году не обнаружены.

ПХБ обнаружен в 10 пробах из 11 исследованных со средним содержанием 0,0003 мг/кг и размахом величин <0,0001-0,0012 мг/кг с. о. (в 2011 г. – 0,0005 мк/кг). Максимальные содержания суммы ПХБ приурочены к протоке Харауз.

Содержание ХОП в донных отложениях авандельты реки Селенга по некоторым ингредиентам увеличивается. Дельта реки по-прежнему представляет собой мощный биогеохимический барьер, который аккумулирует загрязняющие вещества, поступающие в нее с водосборного бассейна.

Выводы

1. В районе сброса сточных вод ОАО «БЦБК» данные гидрохимического и геохимического контроля грунтовой воды и донных отложений, выполненного ФГБУ «Гидрохимический институт» и ФГБУ «Иркутское УГМС» в 2013 году, при сравнении с результатами наблюдений предыдущих лет, показывают ряд улучшений по многим приоритетным показателям. В то же время, размеры зоны загрязнения грунтовой воды и донных отложений на глубинах до 350 м в марте 2013 года составляли 6,2 км^2 (в 2012 г. – 5,5 км^2, в 2011 г. – 5,5 км^2).

2. В районе влияния трассы БАМ изменений в состоянии донных отложений и грунтовой воды в 2013 году по сравнению с 2004, 2006 и 2007 годами не наблюдается. Зона наибольшего загрязнения приурочена к северо-западной части обследованной территории. Данные 2013 года по содержанию ХОП свидетельствуют об отсутствии роста загрязнения пестицидами донных отложений озера. Отмечено повышение концентрации бенз(а)пирена, среднее содержание которого не превышает фонового значения, но в отдельной пробе в районе г. Нижнеангарск соответствует умеренному загрязнению

3. В районе Селенгинского мелководья в 2013 году значения показателей гидрохимического и геохимического контроля грунтовой воды и донных отложений не превышали среднемноголетних значений. Донные отложения на Селенгинском мелководье соответствуют слабо загрязненным, а содержание бенз(а)пирена не превышает фоновых значений. Отмечен незначительный рост содержания некоторых хлорорганических соединений – изомеров ДДТ, ГХБ, но снижение содержания ГХГЦ.

Рекомендации

Для получения объективной информации о загрязнении донных отложений озера Байкал необходим ежегодный мониторинг донных отложений на всех полигонах. Рекомендуется производить отбор проб и на глубинах более 300 метров, где ранее наблюдались максимальные концентрации загрязняющих веществ.