

**КОЛЬЦОВ И. В.**

Красноярск, Сибирский Федеральный университет; ФГУ «Енисейрегионводхоз»  
Научный руководитель – Ямских Г.Ю., доктор геогр. наук, профессор

**МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ  
НА БОГУЧАНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ**

В результате строительства гидроэлектростанций на реке Ангара был сформирован каскад крупных водохранилищ. Последним, нижним, построенным в каскаде является Богучанское водохранилище. В настоящей работе проводится краткий обзор основных мониторинговых наблюдений на Богучанском водохранилище в период его существования. Также более детально рассматриваются гидрохимические исследования, проводимые ФГУ «Енисейрегионводхоз» в 2012–2017 гг. и результаты, полученные в процессе наблюдений.

Наполнение Богучанского водохранилища происходило с апреля 2012 по 16 июня 2015 г. За это время уровень воды в водохранилище повысился на 66 метров. Морфометрические характеристики сформировавшегося водохранилища следующие: длина 375 км; средняя ширина 6200 м; глубина максимальная 70 м; площадь 2326 км<sup>2</sup>; полный объем 58,0 км<sup>3</sup>; протяженность береговой линии 2430 км.

В зоне затопления оказались значительные территории, на которых располагались объекты промышленности и населенные пункты, значительные объемы древесно-кустарниковой растительности (до 9,5 млн м<sup>3</sup>) [1], различные типы грунтов и горных пород. Все это может оказывать значительное влияние на качество воды как в самом водохранилище, так и в нижнем течении р. Ангары.

Возможно поступление в водохранилище таких загрязнителей как тяжелые металлы из затопленных или размываемых грунтов и горных пород, а также вместе с водой из расположенных выше по течению водохранилищ и притоков.

Водные ресурсы Богучанского водохранилища используются в основном для гидроэнергетики, водного транспорта, санитарных попусков в нижний бьеф гидроузла.

Берега Богучанского водохранилища в большинстве своем крутые.

На этапе, предшествующем формированию водохранилища, и в первые годы его существования велись мониторинговые работы такими организациями как Среднесибирское УГМС, Иркутское УГМС, ФГБУН Институт геохимии им. А.П. Виноградова [2], ФГУ «Енисейрегионводхоз», ФГУ «Эксплуатации Богучанского водохранилища».

Сотрудниками ФГУ «Енисейрегионводхоз» проводились наблюдения за состоянием дна, берегов и акватории водохранилища, а также качеством воды и донных отложений. В рамках наблюдения за качеством воды Богучанского

водохранилища осуществлялся отбор проб воды и донных отложений для проведения количественного химического анализа. За весь период наблюдений отбор проб осуществлялся в 7 пунктах (9 створов), распределенных по протяженности водохранилища.

Наибольший объем данных накоплен в пунктах наблюдений на границе Иркутской области и Красноярского края, и створе в 2 км выше плотины Богучанской ГЭС. Отбор проб воды в этих пунктах наблюдений проводился в поперечных створах по всей ширине водохранилища (0,1; 0,5; 0,9 ширины) и на различных глубинах (от поверхностного до придонного слоя).

Менее объемные наблюдения проводились ниже бывших населенных пунктов Аксеново и Кежма, в заливе реки Парта, выше и ниже населенных пунктов Недокура и Таежный, выше и ниже устья Проспихинского залива (на берегу которого расположен г. Кодинск).

Наблюдения за качеством воды проводились по 21–28 показателям согласно аккредитации гидрохимической лаборатории. В зависимости от полученных на первоначальном этапе результатов перечень наблюдаемых показателей корректировался.

На данный момент основными наблюдаемыми показателями из группы тяжелых металлов являются: железо общее, медь, цинк, никель, марганец, свинец.

Качество донных отложений определялось по 8–9 показателям, перечень которых также корректировался за период наблюдений. Сейчас в донных отложениях определяются следующие показатели из группы тяжелых металлов: марганец, медь, цинк, никель, свинец, железо, кадмий.

Отбор проб воды проводился три раза в год (в июне, августе и октябре).

Все отобранные пробы воды были проанализированы на содержание в них растворенных форм металлов.

По всем наблюдаемым элементам в первые 2–3 года существования водохранилища в пробах воды наблюдался значительный рост концентраций тяжелых металлов относительно уровня 2012 г.

По железу и никелю максимум содержания отмечен в 2013 г. Среднее содержание железа общего в воде в 2013 г. составило 0,022 мг/дм<sup>3</sup>. Максимальные значения по железу достигали 2,6 предельно допустимых концентраций (ПДК), установленных для водоемов рыбохозяйственного значения. Средняя концентрация никеля за 2013 г. составила 0,00083 мг/дм<sup>3</sup>. Случаев превышения ПДК по никелю выявлено не было.

По марганцу, меди и цинку максимумы средних концентраций достигались в 2014 г.: марганец – 0,0066 мг/дм<sup>3</sup>, медь – 0,0017, цинк – 0,02 мг/дм<sup>3</sup>. Максимальные концентрации в 2014 г. достигали: марганец – 7,3 ПДК, медь – 17 ПДК, цинк – 12 ПДК.

По свинцу наибольшие среднегодовые значения получены 2015 г. – 0,001 мг/дм<sup>3</sup> (0,7 ПДК). Максимальное содержание свинца в одиночной пробе выявлено в 2014 г. и находилось на уровне 1 ПДК.

В последующие годы происходило постепенное снижение средней концентраций до уровней, примерно соответствующих 2012 г.

В 2017 г. отмечен повторный рост содержания железа и марганца. По марганцу значения соответствуют максимуму 2014 г.

При анализе полученных за период наблюдений данных установлено, что наиболее часто в пробах воды из Богучанского водохранилища встречаются превышения ПДК по меди, марганцу, цинку. Превышения по этим показателям выявлялись во всех пунктах наблюдений.

В некоторых случаях прослеживается пространственная динамика загрязнителей как в виде стратификации по горизонтам отбора проб, так и вдоль оси водохранилища.

Отбор проб донных отложений проводился с 2013 г. в одном створе (2 км выше Богучанской ГЭС). В связи с отсутствием утвержденных нормативов ПДК для донных отложений были проанализированы концентрации загрязняющих веществ в отобранных пробах донных отложений. Проанализированные значения имеют большую дисперсию. Что в сочетании с небольшим количеством отобранных на данное время проб не позволяет делать заключения о содержании тяжелых металлов в донных отложениях.

Всего за 2012–2017 гг. на Богучанском водохранилище силами сотрудников ФГУ «Енисейрегионводхоз» выполнено 18 комплексных обследований, в ходе которых отобрано для проведения количественного химического анализа 704 проб воды и 15 проб донных отложений.

В последующие годы ФГУ «Енисейрегионводхоз» запланировано продолжение данных работ, а также планируется совместно с Сибирским Федеральным Университетом более детально изучить пространственную и временную динамику распространения загрязнителей в Богучанского водохранилища. Исследовать механизмы поступления, транспортировки и накопления загрязняющих веществ в воде и донных отложениях.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Корпачев, В. П. Прогноз всплывающей древесной массы, оставленной под затопление в ложе водохранилища Богучанской ГЭС / В. П. Корпачев, И. И. Пережилин, А. А. Андрияс / Лесной вестник : МГТУ им. Баумана, 2010. – № 6. – С. 97–100.

2. Полетаева, В. И. Биогенные элементы и кислородный режим Богучанского водохранилища в период его заполнения / В. И. Полетаева, М. В. Пастухов, В. А. Бычинский, П. Г. Долгих // Проблемы региональной экологии. – Изд. дом «Камертон», 2016. № 5. – С. 64–69.