

КРАТКИЙ ОТЧЕТ

по научно-исследовательской работе «Исследование вопросов, связанных с качеством водных ресурсов в дельте реки Селенги» по контракту RFQ_ЕМО_2012-009 “Study on Selenga Delta water quality issues”

Река Селенга при впадении в озеро Байкал представляет собой крупнейшую в мире пресноводную дельту, занимающую территорию в 680 км² и в значительной мере определяющую чистоту байкальских вод за счет протекающих в ней интенсивных процессов самоочищения и седиментации. Дельта р. Селенга - одна из самых больших пресноводных дельт мира, была добавлена в Рамсарский список водно-болотных угодий (ВБУ), имеющих международное значение в 1994 г. Дельта – это уникальное природное образование, где органический и биогенный материковый сток трансформируется качественно и количественно вследствие интенсивного биотического круговорота (продукционно-деструкционных процессов), различных физических и химических факторов, включая обмен веществом в системе вода-грунт. Она служит естественным “биофильтром”, защищающим водоем от воздействия речных загрязненных вод, поступающих с водосбора. В нижнем течении р. Селенга разделяется на многочисленные протоки, образуя обширную дельту площадью 1120 км² [Богоявленский, 1974]. Наиболее интенсивное разделение русла отмечается ниже пос. Мурзино, откуда начинается нижняя дельта, занимающая около 600 км², большая часть из которых (85%) – периодически затопливается. Трансформирующая и очищающая роль дельты р. Селенги максимальна в весенне-летний период и минимальна – в зимний. Основными аккумуляторами химических веществ в водотоках являются погруженная водная растительность, фитопланктон, фитобентос и бактериопланктон, развитие которых ограничивается теплым периодом. В последнее десятилетие изменения климата в бассейне Байкала сопровождаются снижением водного стока, что ведет к снижению самоочищающей способности реки, повышению концентраций загрязняющих компонентов, увеличению интенсивности развития бактерио- и фитопланктона. Наиболее отчетливо эти нарушения проявляются в периоды исключительно низкой водности. Так, в июле 2003 г. расходы воды Селенги составляли всего 52% месячной нормы, вследствие чего ионный сток реки, несмотря на повышенные значения минерализации, снизился до 0,34 млн. т. при средних июльских значениях 0.48-0.51 млн. т. В среднем за 1996-2005 гг. ионный сток Селенги из-за низкой водности был на 20% ниже нормы, а в наиболее маловодный 2002 г. – на 32% [Синюкович и др., 2010]. В этих условиях развитие фитопланктона достигало величин, характерных для гиперэвтрофных водоемов [Сороковикова и др., 2009]. На основе проведенных многолетних исследований, выполненных коллективами Байкальского института природопользования СО РАН и Лимнологического института СО РАН в период с 2001 г. по настоящее время, выбраны наиболее репрезентативные станции отбора проб

ВОДЫ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ р. СЕЛЕНГИ И ПРОТОКАХ ДЕЛЬТЫ (рис. 1).

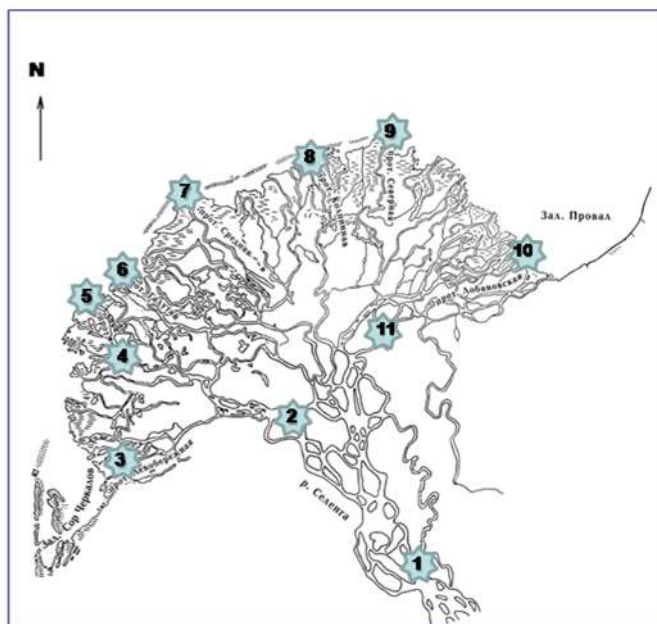


Рис. 1. Карта-схема отбора проб

Измерения расходов воды, отбор проб на анализ различных химических компонентов (растворенные газы, рН, главные ионы, биогенные элементы, тяжелые металлы, органические соединения) проводился на выбранных станциях. На этих же станциях одновременно отбирали пробы на определение численности, биомассы и видовое разнообразие бактерио- и фитопланктона. Для оценки качества воды, а также возможности выбора дополнительных станций отбора проб выполнены ежемесячные исследования по длине главной протоки дельты – Хараузу от входа потока в дельту до его выхода в озеро.

Гидрологическая характеристика. Для решения гидрологических задач были выполнены измерения расходов воды на основных протоках дельты в начале их отклонения от основного русла. Несмотря на некоторые особенности распределения стока по протокам в зависимости от уровня водности в целом можно говорить, что до последнего времени большая часть стока (50-55% летом и до 90% зимой) по-прежнему осуществлялась через левый край дельты. В ее правой части наиболее многоводной оставалась протока Лобановская – около 30% стока реки в летний период и примерно 10% зимой. Менее всего был обводнен средний сектор дельты (протоки Колпинная и Средняя), где проходило около 3% общего стока реки. С середины зимы и до весны эти протоки обычно перемерзают и сток здесь практически отсутствует. С учетом более ранних работ и по результатам выполненных исследований можно констатировать, что, начиная с 1973 г. изменение распределения стока р. Селенги в ее дельте носило направленный характер, выражающийся в снижении «транзитной» роли южного рукава в целом и основного русла реки - в частности. После 1993 г. эти явления заметно ослабли, что, вероятно, объясняется невысокой водностью р. Селенги в последующие годы, в которых не отмечалось паводков редкой повторяемости. Относительно небольшие подъемы воды, в том числе и в июле 2012 г., способствовали незначительным изменениям общей картины распределения стока р. Селенги в ее дельте, по крайней мере, до расходов воды, не превышающих 1400-1500

м³/с. В целом, их роль в транзите стока за последние 15-20 лет даже несколько возросла (на 3-4%) и в основном за счет прот. Левобережная. Самое существенное перераспределение стока произошло в северной части дельты, где наиболее многоводной теперь является протока Дологан, доля которой за период после 1993 г. в общем стоке реки выросла. При этом стал также выше сток через протоку Галутай, а также Средней и Колпинной. Одновременно с этим втрое сократился сток через прот. Лобановскую.

Санитарно-микробиологическая характеристика. В период наблюдений в 2012 г. уровень ОКБ (общие колиформные бактерии) превышал допустимые нормы, установленные санитарно-эпидемиологическим контролем для питьевой воды, так как нормативный уровень – это отсутствие ОКБ в 100 мл воды. Осенью, значения ОКБ снижались (4-168 КОЕ/1 мл) (КОЕ – число колониеобразующих единиц), но их присутствие в воде было постоянным. За последние годы [Сороковикова и др., 1995, 2005] количество колиформных бактерий в исследуемом районе постоянно растет. Это связано с активной сельскохозяйственной деятельностью, поступлением промышленных и коммунально-бытовых стоков на протяжении всей реки. Максимальные значения, превышали даже нормы для хозяйственно-бытового водоснабжения (не более 1000 КОЕ/100 мл), а также нормы для рекреационного водопользования (не более 500 КОЕ/100 мл) [Вода. СанПиН, 2004]. Дополнительным микробиологическим индикатором загрязненности водного объекта является наличие бактерий рода *Enterococcus*, при числе энтерококков свыше 50 в 100 мл предполагается поступление фекального загрязнения и потенциальная эпидемиологическая опасность. Количество бактерий рода *Enterococcus* летом изменялось в пределах 12-56 КОЕ/100 мл, осенью – 8-50 КОЕ/100 мл, летом максимальные значения отмечены в воде протоки Харауз, осенью в протоке Средняя.

Гидрохимическая характеристика Выполненные исследования показали, что температура воды независимо от сезона на 1-1.5^oC ниже на входе в дельту (пос. Мурзино), чем в протоках в центральной ее части и на выходе. Кроме того, температура ~ на 0.5-1^oC различается в крупных и мелких протоках дельты. При повышении водности в середине июля температура воды во всех протоках была одинаковой 20.3^oC, в осенний период температура изменялась в пределах 7.3-8.8^oC, Газовый режим и pH среды в протоках были благоприятными для жизнедеятельности водных организмов. Концентрация кислорода не снижалась ниже 7.3 мг/л, а величина pH изменялась от 7.88 до 8.90. Величина электропроводности в воде проток дельты в период исследования изменялась от 118 до 178 мS/m, максимальные ее значения наблюдались в октябре, минимальные – в середине июля. Концентрации главных ионов HCO³⁻, SO₄²⁻, Cl⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ и K⁺ в воде проток дельты изменялись в пределах 65-96.4, 6.9-10.2, 0.6-1.2, 15.1-19.9, 2.9-5.1, 3.7-6.2, K⁺ - 1.1-1.5 мг/л. По составу ионов вода проток, как и вод р. Селенга относится к гидрокарбонатному классу, группе кальция (рис. 1). По сезонам года и по длине проток относительный состав ионов остается постоянным. Незначительные изменения относительного состава воды в крупных и малых протоках может быть связано с особенностями водообмена в них.

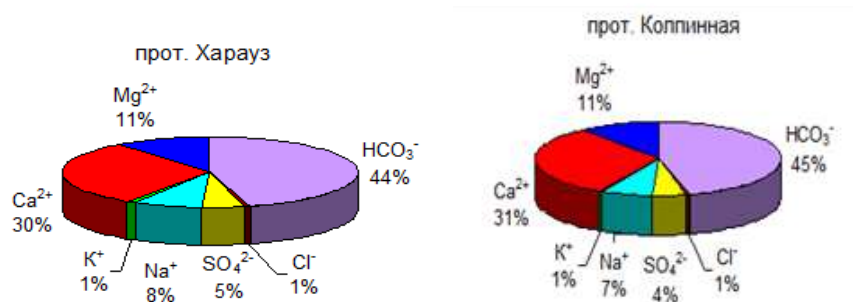


Рис.1. Относительный состав ионов в воде проток дельты р. Селенги 2012 г, % экв

Концентрации биогенных элементов в дельте существенно изменялись по отдельным протокам и в сезонном аспекте в широких пределах, при этом максимальные значения суммы минерального азота (0.50 мг N/л), общего и минерального фосфора (139 и 24 мкг P/л) достигали достаточно высоких значений, соответствующих таковым в водоемах повышенной трофности. Качество воды в протоках по содержанию биогенных элементов и органических веществ в основном относилось к разрядам “достаточно чистая” и “умеренно загрязненная”. Содержание общего железа в исследуемых пробах воды изменялось в интервале 63 до 88 мкг/л. Концентрации цинка изменялись от 0 до 0.2 мкг/л, кадмия от 0.2 – 0.3 мкг/л, находились в пределах допустимых концентраций и не превышали ПДК (предельно допустимых концентраций) для рыбохозяйственных водоемов. Повышенное содержание железа характерно практически для всех пунктов отбора проб. Концентрация марганца в исследуемых водах изменялась в пределах 3- 27 мкг/л. Особенно высокие концентрации марганца отмечались в протоках центральной части дельты Северная, Средняя, Колпинная. Следует отметить, что повышенные содержания железа и марганца характерны для заболоченной местности, вследствие разложения растительности. Отмечено повышенное содержание меди в протоке Харауз 2 мкг/л. Концентрации цинка изменялись от 0 до 0.2 мкг/л, кадмия от 0.2 – 0.3 мкг/л, находились в пределах допустимых концентраций и не превышали ПДК для рыбохозяйственных водоемов. Изменение условий водности реки оказало значительное влияние так концентрации ТМ (тяжелых металлов) в поверхностной воде значительно понизились вследствие разбавляющего эффекта, содержание железа и марганца уменьшилось в 5-10 раз, меди в 2-3 раза, цинка в 8-12 раз в сравнении с 2003 г. На фоне низких значений содержания тяжелых металлов в поверхностных водах проток р. Селенги также наблюдалось снижение концентраций ТМ в донных отложениях в летне-осенний периоды 2012. Впервые методом ГХ-МС (газовой хроматографии/масс-спектрометрии) определен состав липидных компонентов (различные жирные кислоты, альдегиды и стеринны) в донных осадках протоков р. Селенги: обнаружено свыше 100 соединений, среди которых определены специфические липидные маркеры, позволяющие идентифицировать различные группы микроорганизмов. Также методом масс-спектрометрии микробных маркеров проведен скрининг микробного сообщества: по количественному содержанию липидных маркеров определен состав микроорганизмов донных осадков. Анализ липидных компонентов образцов показал, что некоторые из них могут быть отнесены к вполне определенным родам или даже видам микроорганизмов. Ведущую роль в формировании качественного состава сообщества играют представители филумов *Firmicutes*, *Proteobacteria*, *Actinobacteria* и *Cyanobacteria*. В 2012 г. в основном русле и дельтовых протоках обнаружено 112 видов планктонных водорослей, из них:

The intellectual property rights belong to UNOPS and UNDP, the information should not be used by a third party before consulting with the project.

синезеленых – 16, динофитовых – 3, криптофитовых – 2, золотистых – 8, диатомовых – 22, эвгленовых – 3, зеленых – 56. Характерной особенностью фитопланктона р. Селенги является очень слабое развитие синезеленых водорослей, что обусловлено большой мутностью воды, содержащей массу взвешенных частиц преимущественно минерального происхождения и значительной скоростью течения. В июле 2012 г. наблюдался высокий паводок, который оказал влияние на состав и количественные показатели фитопланктона. В воде основного русла реки отмечалось большое количество взвешенных минеральных частиц, прозрачность была очень низкая и не превышала 15 см, что привело к уменьшению количества мелкоклеточных центрических диатомовых водорослей в сравнении с маловодными годами [Поповская, Ташлыкова, 2008]. Развитие фитопланктона при повышенной водности в р. Селенге соответствовало олиготрофному типу водоемов, биомасса не превышала 1 г/м³. Индекс сапробности в основном русле и дельтовых протоках изменялся от 1.6 до 2.4, что соответствовало III классу чистоты (умеренно-загрязненные). Повышенное содержание микроорганизмов, в том числе и патогенной микрофлоры в воде проток свидетельствует о низком качестве воды и о необходимости ограничения использования ее в рекреационных целях.

Цитируемые источники:

1. Богдаевский, Б.А. Урочища дельты р. Селенги / Б.А. Богдаевский // Продуктивность Байкала и антропогенные изменения его природы. – 1974. – с. 5-16.
2. Синюкович, В.Н. Изменение климата и химический сток реки Селенги / В.Н. Синюкович, Л.М. Сороковикова, И.В. Томберг, А.К. Тулохонов // ДАН. – 2010. – № 6. – с. 817-821.
3. Сороковикова, Л.М. Пространственно-временная изменчивость содержания биогенных и органических веществ и фитопланктона в воде р. Селенги и протоках ее дельты / Л.М. Сороковикова, Г.И. Поповская, И.В. Томберг, Н.В. Башенхаева // Водные ресурсы. – 2009. – № 4. – с. 465-474.
4. Сороковикова, Л.М. Экологические особенности р. Селенги в условиях наводнения / Л.М. Сороковикова, В.Н. Синюкович, В.В. Дрюккер, Т.Г. Потемкина, О.Г. Нецветаева, В.А. Афанасьев // География и природные ресурсы. – 1995. – №4. – с. 64-71.
5. Сороковикова, Л.М. Качество вод в дельте р. Селенги / Л.М. Сороковикова, А.К. Тулохонов, В.Н. Синюкович, Г.И. Поповская, И.Г. Никулина, И.В. Томберг, Н.В. Башенхаева, С.Ю. Максименко, Т.В. Погодаева, Е.А. Ильичева, А.В. Некрасов // География и природные ресурсы. – 2005. – №1. – с. 73-80.
6. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод // М.: Минздрав России. – 2000.
7. Сороковикова, Л.М. Химический состав воды и фитопланктона водных объектов дельты р. Селенги в подледный период / Л.М. Сороковикова, Г.И. Поповская, В.Н. Синюкович, И.В. Томберг, Н.В. Башенхаева, Н.А. Ташлыкова // Вод. ресурсы. – 2006. – Т. 33. – № 3. – с. 349-356.