

УДК 550.4:556+550.47
doi: 10.18101/2542-0623-2016-1-61-68

СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БАСЕЙНА РЕКИ СЕЛЕНГИ

И. Д. Ульзетуева, Б. О. Гомбоев

© **Ульзетуева Ирина Дабаевна**

кандидат географических наук, Байкальский институт природопользования
СО РАН

Россия, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6

E-mail: idulz@mail.ru

© **Гомбоев Баир Октябрьевич**

доктор географических наук, профессор, Бурятский государственный уни-
верситет

Россия, 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а

Байкальский институт природопользования СО РАН

Россия, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6

E-mail: bgomb1958@mail.ru

В работе представлены результаты экологических исследований поверхностных вод бассейна реки Селенги. Крупнейшие промышленные предприятия Монголии и Республики Бурятия (Россия) расположены в бассейне этой реки, ее водные ресурсы используются как в питьевых целях, так и для промышленных, а также сельскохозяйственных нужд. В Селенгу привносятся большое количество растворенных, биогенных веществ, тяжелых металлов, а также загрязняющих веществ антропогенного происхождения. Содержание тяжелых металлов в бассейне реки Селенги было изучено в 2010–2014 гг. Образцы взяты более чем в 50 пунктах в Монголии и России, исследованы их физико-химические параметры, содержание основных катионов и анионов. На российской территории были взяты образцы из реки Селенги, начиная с линии государственной границы до дельты реки, а также в ее притоках. В Монголии исследования проводились не только в бассейне Селенги, но и в местах, где расположены промышленные предприятия. Исследованные воды слабощелочные, гидрокарбонатно-кальциевого состава, отмечается превышение значений ПДК в водах рыбохозяйственных водоемов по Mn, Fe, Cu, Zn.

Загрязнение Селенги тяжелыми металлами на территории России наблюдается начиная с пограничного поста Наушки. Были обнаружены высокие концентрации меди и железа. Присутствие в монгольской части реки тяжелых металлов (Mn, Fe, Cu, Zn, Pb и других) в повышенных концентрациях связано с попаданием промышленных отходов и сточных вод в воды притоков. Высокие концентрации тяжелых металлов были определены в образцах реки Орхон и ее притоков, сточных водах предприятий.

Ключевые слова: гидрохимия, водные объекты, макро- и микрокомпоненты, бассейн реки Селенги.

Введение

Река Селенга является самым крупным притоком оз. Байкал — объекта Всемирного природного наследия ЮНЕСКО. Селенга образуется слиянием рек Идэр и Мурэн на территории Монголии, где протекает в восточном и северо-восточном направлении, в пределах России она меняет направление на северное, а в самом низовье — на западное. На территории Монголии горы отличаются сглаженными формами рельефа, принимая вид почти равнин, расчлененными речными долинами. В Республике Бурятия р. Селенга пересекает горную область Селенгинской Даурии (Селенгинское среднегорье), характеризующуюся чередованием хребтов с отметками 1300–1800 м и межгорных впадин (550–1000 м). Понижения между хребтами простираются преимущественно в северо-восточном направлении и являются долинами наиболее крупных притоков Селенги — Джиды, Хилка, Уды, протекающих по днищам межгорных впадин, имеют слабо развитые поймы. При впадении в озеро Байкал р. Селенга образует обширную дельту площадью около 700 км², которая представляет собой многокилометровую толщу рыхлых осадков, вынесенных рекой на крутой склон Байкальского рифта. Дельта р. Селенга играет роль природного фильтра [Национальный атлас... 1990]. Общая площадь бассейна составляет 447 тыс. км², или 82% площади водосборного бассейна озера Байкал. Из них на Монголию приходится 67% площади бассейна Селенги, однако больше половины общего годового стока реки (15,4 км³ из 30 км³) формируется в российской части бассейна.

Бассейн Селенги на территории Монголии проходит через три провинции (Тув, Булган и Селенга), несколько городов — Улан-Батор, Эрдэнэт, Булган и Дархан и включает такие крупные реки, как Туул, Орхон, Хараа, а также их притоки.

Основными притоками Селенги в пределах России являются реки Джиды, Темник, Чикой, Хилок, Уда. В бассейнах рек проживает 84% населения, сосредоточено промышленное и сельскохозяйственное производство Республики Бурятия. Основными водопотребителями в бассейне р. Селенга являются предприятия энергетики, промышленные организации и предприятия жилищно-коммунального хозяйства [Гомбоев и др., 2012].

Цель данной работы — оценка современного состояния поверхностных вод бассейна реки Селенга и ее основных притоков на всем протяжении от Монголии до впадения в озеро Байкал.

Методы исследований

Вся процедура отбора проб и их анализа основывалась на стандартных методиках [Алекин, 1970; Никаноров, 1989]. Такие показатели, как рН, окислительно-восстановительный потенциал, температура, электрическая проводимость, растворенный кислород, были измерены портативными приборами непосредственно на месте. Проводимость и температура определялись многопараметровым прибором ModelOrion 130А, для

измерения рН прибор был градуирован с использованием нескольких стандартных буферных растворов. Eh (mV) и содержание DO (mg/L) были измерены ModelOrion 1230. Для определения физико-химических показателей использованы иономер «Эксперт-001», кондуктометр «Эксперт-002». Отобранные образцы отфильтровывали на 0.45 μm целлюлозно-мембранном фильтре. Образцы для анализа были в дальнейшем окислены до уровня рН<2 посредством добавления ультрачистой азотной кислоты из расчета 3–5 мл на 1 л пробы. Все образцы хранились при температуре 4 °С.

Для определения металлов использовали отфильтрованные законсервированные пробы воды. Методом ICP MS (квадрупольный масс-спектрометр Agilent 7500se) проведено определение 62 элементов. Для получения достоверных сведений проводился необходимый контроль за качеством с балансом ошибки менее чем 6%. Для получения точных и достоверных аналитических сведений использовались копии, слепой опыт и стандарты. Значения процентного относительного стандартного отклонения (RSD) при анализе двойной и тройной пробы составили менее, чем 5%. Аналитическая точность для каждого измерения основана на стандартном отклонении, полученном при повторных анализах стандартов внутренней лаборатории, и ошибках, связанных с подготовкой образцов.

Результаты и их обсуждение

Формирование химического состава воды и гидрохимического режима р. Селенгам завершается в основном еще в пределах Монголии. На территории РФ существенных изменений не отмечается, так как по химическому составу и гидрохимическому режиму воды рек бассейна Селенги близки между собой [Гидрохимия рек... 1984]. Оценка состояния поверхностных вод исследованных объектов проводилась по отношению содержания веществ в воде к предельно допустимым концентрациям (ПДК) для рыбохозяйственных водоемов [Нормативы качества... 2010].

Вода Селенги имеет слабощелочную реакцию, значение рН изменяется в пределах 7,85–8,39. По химическому составу вода относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы первого типа — состав воды не является постоянным и определяется различными факторами. Среди катионов в ионном составе ведущая роль принадлежит кальцию (14,0–32,0 мг/дм³), в анионном составе преобладают гидрокарбонаты, значение которых варьируется от 90 до 110 мг/дм³, сульфатов — 6,0–27,9 мг/дм³, хлоридов — 0,3–1,6 мг/дм³. Уменьшение концентраций главных макрокомпонентов вниз по течению реки связано с эффектом разбавления воды впадающими притоками. Кислородный режим в период исследований 2010–2014 гг. во всех поверхностных водах был удовлетворительным, в пределах 6–20 мг/дм³. В пробах воды р. Туул, взятых в районе Сонгино в 100 м после сброса, в 2012–2014 гг. содержание кислорода значительно снизилось по сравнению с 2010–2011 гг. — с 8,23 до 3,3

[Ульзетуева и др., 2009; Тулохонов и др., 2011; Тулохонов и др., 2011]. Одной из причин этого может быть сброс со сточными водами большого количества органических веществ. Поступление биогенных веществ связано с влиянием промышленных и населенных пунктов, расположенных на берегах рек.

На формирование состава вод значительное воздействие оказывают тяжелые металлы, соединения которых не подвергаются деструкции в природных водах, а лишь изменяют формы существования в зависимости от рН. Контроль содержания металлов в объектах окружающей среды является одной из основных целей экологического мониторинга, в первую очередь Cd, Cr, Ni, Cu, Pb и др., обладающих высокой токсичностью для живых организмов в относительно низких концентрациях, имеющих способность к биоаккумуляции и активно участвующих в биологических процессах. Повышенное содержание таких тяжелых металлов в исследуемых водах определяется хозяйственной деятельностью человека. Их концентрирование происходит в основном в районе источников загрязнения, не удаляясь от них на значительные расстояния.

Загрязненность Селенги на территории Монголии связана в основном с тем, что тяжелые металлы поступают через притоки с производственными отходами и сточными водами промышленных предприятий. Слабощелочная среда ограничивает миграцию химических элементов и обогащение вод солями тяжелых металлов, тем не менее, отмечается аномально высокое содержание металлов в пробах воды рек Олегол, Орхон и их притоков, превышено значение ПДК по таким элементам, как железо, марганец, никель, алюминий, литий, хром, кобальт, цинк, медь.

В формировании гидрохимического режима Селенги на территории России большое участие принимают впадающие в нее притоки, в число которых входит р. Джида. Значения минерализации, зафиксированные в контрольных створах на Джиде и в водах Селенги, которые поступают из Монголии, выше значений, полученных в контрольных створах на р. Селенге после Улан-Удэ. Кислородный режим в период исследования на всем протяжении реки от контрольного створа Улан-Удэ до контрольного створа с. Мурзино в целом был удовлетворительным. Исследование показало, что основными элементами, загрязняющими воды, содержание которых превышает значения ПДК, являются марганец, железо, медь и цинк. Основными источниками поступления тяжелых металлов являются как природные, так и антропогенные факторы (производственные отходы, сточные воды промышленных предприятий).

Сброс недостаточно очищенных либо загрязненных сточных вод является одной из причин ухудшения экологического состояния водных объектов. В зависимости от количества и качества сточных вод, ассимилирующей способности водотоков и водоемов формируется уровень нагрузки сточных вод на водные объекты, во многом определяющий их современное экологическое состояние. Анализ факторов прямого (непосредственного) воздействия учитывал объемы водозабора для использо-

вания воды на хозяйственно-питьевые, производственные, сельскохозяйственные и другие нужды и их сброс в водные объекты. Результаты проведенного исследования показали, что относительно высокую антропогенную нагрузку испытывают водные объекты наиболее экономически развитых участков, расположенных вдоль р. Селенги и оз. Гусиного. Водные объекты других участков испытывают среднюю и низкую антропогенную нагрузку [Гомбоев и др., 2013; Ульзетуева и др., 2015].

Заключение

Результаты исследования показали, что на формирование гидрохимического режима Селенги существенное воздействие оказывают впадающие в нее притоки. Установлено, что большое негативное влияние на качество воды бассейна реки Селенги имеет рассредоточенный сток с водосборных территорий и хозяйственная деятельность человека. Исследование вод на содержание тяжелых металлов показало, что основными загрязняющими элементами являются марганец, железо, медь и цинк. Сравнительные результаты качества вод бассейна р. Селенги (2010–2014 гг.) показывают увеличение содержания загрязняющих компонентов. Основными источниками загрязнения поверхностных водных объектов являются городские поселения, энергетические и промышленные объекты, в рамках которых функционируют индустриальные и сельскохозяйственные предприятия, карьеры, рудники, очистные сооружения, железнодорожные станции, нефтебазы, хранилища нефтепродуктов, АЗС, ТЭЦ, ГРЭС, золошлакоотвалы, свалки.

*Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ
№ 15-45-04291-р_сибирь_а*

Литература

- Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 444 с.
- Гидрохимия рек и озер Бурятии / отв. ред. К. К. Вотинцев; АН СССР, Сиб. отд-ние, Лимнолог. ин-т. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1984. 150 с.
- Гомбоев Б. О., Жамьянов Д. Ц., Ульзетуева И. Д. Эколого-географическая характеристика бассейна трансграничной реки Селенга // Селенга — река без границ: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. 2012. С. 137–144.
- Интегрированная модель управления водными ресурсами как элемент полифункциональной иерархии природопользования в бассейне р. Селенги / Б. О. Гомбоев [и др.] // Вестник Бурятского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук. 2013. № 2(10). С. 207–218.
- Национальный атлас. Монгольская Народная Республика. М.; Улан-Батор: ГУГК СССР — ГУГК МНР, 1990.
- Никаноров А. М. Гидрохимия. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 352. С. 8.
- Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20.

Effective Mechanisms for International Cooperation to Create Condition for Sustainable Development in Transboundary River Basins in Inner Asia / А. К. Тулохонов [и др.] // *Regional Sustainable Development of Northeast and Central Asia: Proceedings of the International Forum on Regional Sustainable Development of Northeast and Central Asia*. 2011. С. 100–103.

Управление водными ресурсами трансграничного речного бассейна / А. К. Тулохонов [и др.] // *Инженерная экология*. 2011. № 1. С. 14–22.

Гидрохимические исследования реки Селенга / И. Д. Ульзетуева, В. В. Хахинов, О. А. Митыпова, Л. Н. Корсун // *Вестник Бурятского государственного университета. Химия и физика*. 2009. № 3. С. 45–52.

Оценка антропогенной нагрузки на водные объекты бассейна трансграничной реки Селенги (Российская часть) / И. Д. Ульзетуева, Б. О. Гомбоев, Д. Ц. Д. Жамьянов, В. С. Молотов // *Вестник Бурятского государственного университета*. 2015. № 4. С. 68–75.

THE CONDITION OF SURFACE WATER OF SELENGA RIVER BASIN

I. D. Ulzetueva, B. O. Gomboev

Ulzetueva Irina Dabaevna

Cand. Sci. (Geogr.)

6 Sakhyanovoi St., Ulan-Ude 670047, Russia

E-mail: idulz@mail.ru

Gomboev Bair Oktyabrevich

Dr. Sci. (Geogr.), Prof., Buryat State University

24a Smolina St., Ulan-Ude 670000, Russia

Baikal Institute of Nature Sciences

6 Sakhyanovoi St., Ulan-Ude 670047, Russia

E-mail: bgomb1958@mail.ru

The results of environmental studies of surface waters of the Selenga River Basin. The largest industrial enterprises of Mongolia and the Republic of Buryatia (Russia) are located in the basin of this river, the water resources which are used for drinking, as well as for industrial and agricultural purposes. The Selenga River is brought large amounts of dissolved solids, nutrients, heavy metals and pollutants of human origin. The heavy metal content were studied in the Selenga River Basin in 2010–2014 gg. Samples were taken in more than 50 locations in Mongolia and Russia, which has been investigated by physico-chemical parameters, the content of basic cations and anions. On Russian soil samples were taken from the Selenga River, starting from the state border to the river delta and its tributaries. In Mongolia, the studies were carried out not only in the Selenga River Basin, but also in places where there are industrial enterprises. The studied waters are weakly alkaline, bicarbonate-calcium composition, there is excess of limit values in the waters fishery waters by Mn, Fe, Cu, Zn.

Heavy metal pollution in the territory of Russia starts from Naushky border post, which revealed high concentrations of copper and iron. Contamination of the Mongolian part of heavy metals (Mn, Fe, Cu, Zn, Pb, and others) in higher concentrations is due hit industrial waste and sewage in the water tributaries. High concentration of heavy metals were identified in the samples Orkhon River and its tributaries, sewage plants.

Keywords: hydrochemistry, river water, macro- and microelements, Selenga River Basin.

References

Alekin O. A. *Osnovy gidrokhimii* [Fundamentals of Hydrochemistry]. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1970. 444 p.

Gidrokhimiya rek i ozer Buryatii [Hydrochemistry of Rivers and Lakes of Buryatia]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1984. 150 p.

Gomboev B. O., Zham'yanov D. Ts., Ul'zetueva I. D. Ekologo-geograficheskaya kharakteristika basseina transgranichnoi reki Selenga [Ecological and Geographical Characteristics of Basin of Transboundary Selenga River]. *Selenga — reka bez granits — Selenga River without Borders*. Proceedings 5th Int. sci.-pract. conf. 2012. Pp. 137–144.

Gomboev B. O., Mogonov D. M., Zomonova E. M., Khakhinov V. V., Zham'yanov D. Ts. D., Ul'zetueva I. D., Zandakova A. B., Zhanchivdorzh L., Odontsetseg D., Sang In. K., Chang Khi Li. Integrirovannaya model' upravleniya vodnymi resursami kak element polifunktional'noi ierarkhii prirodopol'zovaniya v basseine r. Selengi [Integrated Model of Water Resources Control as an Element of Multifunctional Hierarchy of Environmental Management in Selenga River Basin]. *Vestnik Buryatskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk — Bulletin of Buryat Scientific Center of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences*. 2013. No. 2(10). Pp. 207–218.

Natsional'nyi atlas. Mongol'skaya Narodnaya Respublika [National Atlas. The Mongolian People's Republic]. Moscow; Ulaanbaatar: The USSR General Administration of Geodesy and Cartography, MNR General Administration of Geodesy and Cartography, 1990.

Nikanorov A. M. *Gidrokhimiya* [Hydrochemistry]. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1989. 352 p.

Normativy kachestva vody vodnykh ob"ektov rybokhozyaistvennogo znacheniya, v tom chisle normativy predel'no dopustimyykh kontsentratsii vrednykh veshchestv v vodakh vodnykh ob"ektakh rybokhozyaistvennogo znacheniya [Quality Standards of Fishery Water Bodies, Including Standards of Maximum Permissible Concentrations of Harmful Substances in Water Bodies]. Order of Federal Agency for Fishery of January 18, 2010. No. 20.

Tulokhonov A. K., Mogonov D. M., Gomboev B. O., Zomonova E. M., Khakhinov V. V., Zham'yanov D. Ts., Ul'zetueva I. D., Gomboeva N. B. Effective Mechanisms for International Cooperation to Create Condition for Sustainable Development in Transboundary River Basins in Inner Asia. *Regional Sustainable Development of Northeast and Central Asia*. Proc. Int. forum on regional sustainable development of North-Eastern and Central Asia. 2011. Pp. 100–103.

Tulokhonov A. K., Gomboev B. O., Sang In. K., Chang Khi Li., Chang M. Chu., Zhanchivdorzh L., Odontsetseg D., Mogonov D. M., Zomonova E. M., Khakhinov V. V., Zham'yanov D. Ts., Ul'zetueva I. D. *Upravlenie vodnymi resursami transgranichnogo rechnogo basseina. Inzhenernaya ekologiya* [Water Resources Management of Transboundary River Basin. Engineering Ecology]. 2011. No. 1. Pp. 14–22.

Ul'zetueva I. D., Khakhinov V. V., Mitypova O. A., Korsun L. N. Gidro-khimicheskie issledovaniya reki Selenga [Hydro-Chemical Researches of Selenga River]. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Khimiya i fizika — Bulletin of Buryat State University. Chemistry and Physics*. 2009. No. 3. Pp. 45–52.

Ul'zetueva I. D., Gomboev B. O., Zham'yanov D. Ts. D., Molotov V. S. Otsenka antropogennoi nagruzki na vodnye ob"ekty basseina transgranichnoi reki Selengi (Rossiiskaya chast') [Assessment of Anthropogenic Load on Water Bodies of Basin of Transboundary Selenga River (Russian part)]. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta — Bulletin of Buryat State University*. 2015. No. 4. Pp. 68–75.