

УДК 551.48:543.3

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРИГОДНОСТИ ВОДОТОКОВ ГОРОДА БАЙКАЛЬСКА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА И РЕКРЕАЦИИ

<sup>1</sup>Каницкая Л.В., <sup>2</sup>Мокрый А.В., <sup>1</sup>Белых О.А., <sup>3</sup>Смирнова Е.В.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Байкальский государственный университет экономики и права», Иркутск, e-mail: kanlv@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского», Иркутск;

<sup>3</sup>ФГБУН «Институт геохимии им. А.П. Виноградова», Иркутск

В статье представлены результаты исследования химического состава воды четырех водотоков, расположенных в районах с разной степенью антропогенного воздействия (в т.ч. загрязняющих выбросов ОАО «Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат» (ОАО БЦБК) – в предустьевых участках рек Солзан, Бабха, Утулик и ручья Куркавовичный. Установлено, что воды этих водотоков относятся к маломинерализированному гидрокарбонатного класса, группы кальция, типа I (классификация О.А. Алекина). Концентрации в воде анионов, катионов, биогенных элементов, микроэлементов, в т.ч. тяжелых металлов, в исследованных водотоках полностью соответствуют нормативам качества воды как РФ, так и международным. Показано, что гидрохимическое состояние водотоков на настоящий момент не является препятствием для развития туристической деятельности и рекреации в районе г. Байкальска.

**Ключевые слова:** Байкальск, химический состав воды, тяжелые металлы, микроэлементы, ПДК

## ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF BAIKALSK AREA RIVERS FOR TOURISM AND RECREATION DEVELOPMENT

<sup>1</sup>Kanitskaya L.V., <sup>2</sup>Mokryy A.V., <sup>1</sup>Belykh O.A., <sup>3</sup>Smirnova E.V.

<sup>1</sup>Baikal State University of Economics and Law, Irkutsk, e-mail: kanlv@mail.ru;

<sup>2</sup>Irkutsk State Agricultural University, Irkutsk;

<sup>3</sup>Institute of Geochemistry SB RAS, Irkutsk

The results of study of the water chemical composition of 4 rivers (Solzan, Babha, Utulik, Kurkavochnyy) which are located in the areas with varying anthropogenic pressure (including pollutant emissions of «Baikalsk Pulp and Paper Mill» («ВРРМ»)) are discussed. It has been determined that these rivers have little-mineralized hydrocarbonate-calcium type I water (according to classification of Alekin (USSR)). The concentration of anions, cations, nutrients, trace elements, including heavy metals, in water of the investigated rivers are fully corresponded to water quality standards both Russia and international. It is shown that the hydrochemical condition of river waters at present time is not an obstacle for the development of tourism and recreation in the Baikalsk area.

**Keywords:** Baikalsk, water chemical composition, heavy metals, trace elements, maximum allowable concentration

Город Байкальск расположен на территории Слюдянского района Иркутской области в районе южного побережья озера Байкал (природный объект России, занесенный в список всемирного наследия ЮНЕСКО) и вместе с поселком Солзан входит в состав Байкальского муниципального образования (городское поселение). Байкальское муниципальное образование расположено на Транссибирской железнодорожной магистрали, через него проходит автомобильная трасса федерального значения М-55 «Байкал». Удаленность от областного центра – города Иркутска (и, соответственно международного аэропорта) составляет: по железной дороге – 167 км, по автомобильной дороге – 154 км [1]. г. Байкальск является типичным моногородом, и до 2013 г. ОАО «Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат» (ОАО БЦБК) являлось градообразующим предприятием.

Основным видом выпускаемой продукции комбината являлась сульфатная хвойная целлюлоза различных марок. Выбросы загрязняющих веществ (в 2012 г. – 5,5 тыс. т, в 2013 г. – 3,3 тыс. т) существенно снижали привлекательность г. Байкальска и прилегающей части южного побережья оз. Байкал для развития туризма и рекреации. В 2013 г. собственником было принято решение о закрытии ОАО БЦБК с 14 сентября 2013 г.

Данная территория, несомненно, является перспективной для развития туристической индустрии, так как имеет удобное географическое расположение, мягкие природно-климатические условия, уникальные живописные места на берегу оз. Байкал в окружении гор, хорошую транспортную доступность. 8 сентября 2010 г. Правительством РФ принято постановление № 692 «Об особой экономической зоне туристско-рекреационного типа, созданной

на территории Иркутской области», которое предусматривает создание ОЭЗ ТРТ, в том числе и на территории горнолыжного курорта «Гора Соболиная» (г. Байкальск).

Однако при развитии индустрии туризма нужно учитывать тот факт, что в мировой практике крайне важным является положительный имидж территории, а это не только степень развития инфраструктуры, сферы услуг, наличие рекреационных ресурсов, но и экологическая составляющая [5]. И хотя в настоящее время основная производственная деятельность комбината прекращена, вопрос о состоянии природной среды в г. Байкальске и его окрестностях остается актуальным.

**Цель работы** – определение химического состава водотоков г. Байкальска и его

территории Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН согласно утвержденным нормативным документам. Определение элементного состава вод на микрокомпоненты выполнялось методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) на приборе с магнитным сектором ELEMENT 2 (Finnigan MAT, Germany).

### Результаты исследования и их обсуждение

Основные аэропромышленные выбросы БЦБК – это сероводород, метилмеркаптан, диметилсульфид и около 70% от валового выброса составляли оксиды серы и азота (табл. 1), которые в течение почти 50 лет накапливались в почвах таежных ландшафтов Хамар-Дабана [1].

Таблица 1

Выбросы загрязняющих веществ Байкальским ЦБК в атмосферу [1]

Показатель	Показатели работы БЦБК				
	2009	2010	2011	2012	2013
Продолжительность работы БЦБК, мес.	–	7	12	12	8,5
Суммарный выброс, т, в т.ч.:	1364	2234	2997	5486	3321
Взвешенные вещества, т	570	686	1091	1406	1019
Газообразные вещества, т, в т.ч.:	794	1548	1906	4079	2302
– диоксид серы	529	840	1167	3052	1689
– оксиды азота	261	631	662	938	565
– сероводород	0	4	12,87	–	нет данных
– метилмеркаптан	0	21	11,44	32,54	нет данных
– метанол	0	0,16	0,17	0,64	нет данных
– фенол	0	0,103	0,076	0,107	нет данных

окрестностей в контексте выявления их соответствия природоохранным нормативам и пригодности для развития туристско-рекреационной деятельности на данной территории.

### Материалы и методы исследования

В статье представлены результаты анализа полевых материалов по ионному и элементному составу четырех водотоков – рек Солзан, Бабха, Утулик, ручья Куркавочный, расположенных в районах с разной степенью антропогенного воздействия. Река Солзан является границей между промплощадкой ОАО БЦБК и кварталами городской застройки; в долине р. Бабха расположены: по правому берегу – дачный поселок и садоводства, по левому – Бабхинский полигон отходов БЦБК и полигон коммунальных твердых бытовых отходов г. Байкальска; р. Утулик протекает по западной границе одноименного поселка в 7 км от города; ручей Куркавочный расположен в 10,5 км от г. Байкальска и рассматривается нами как фоновый участок.

Пробы воды для химического анализа отбирали в предустьевых участках рек в осеннюю межень (октябрь) 2014 г. Химические анализы воды, результаты которых рассматриваются в настоящей статье, выполнялись в аккредитованной<sup>1</sup> лабора-

Известно, что на формирование химического состава поверхностных вод влияет геологическое строение территории, климат, почвы и растительный покров, а также антропогенный фактор.

Воды исследованных нами водотоков по классификации О.А. Алекина [3] относятся к маломинерализованным гидрокарбонатного класса, группы кальция, типа I (табл. 2).

Величина водородного показателя воды варьирует в пределах 6,9–8,0 ед. Среда в р. Солзан и р. Бабха – нейтральная, в р. Утулик и ручье Куркавочный – слабощелочная. Общая минерализация изменяется в пределах от 59,69 мг·дм<sup>-3</sup> (р. Солзан) до 123,91 мг·дм<sup>-3</sup> (р. Утулик). Из анионов преобладают гидрокарбонатные ионы (от 28,30 (р. Солзан) до 78,08 мг·дм<sup>-3</sup> (р. Куркавочный)), из катионов – ионы кальция (от 6,00 (р. Солзан) до 17,60 мг·дм<sup>-3</sup> (р. Утулик и ручей Куркавочный)). Стоит отметить повышенное (по сравнению с тремя другими водотоками) содержание сульфат-ионов в р. Утулик – 35,00 мг·дм<sup>-3</sup>.

<sup>1</sup> Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.513593 действителен до 28.10.2016.

Таблица 2

Химический состав (в мг·дм<sup>-3</sup>) проб воды водотоков г. Байкальска и окрестностей

Показатель	р. Солзан	р. Бабха	р. Утулик	р. Куркавочный	ПДК <sub>кб</sub> <sup>1</sup>	ПДК <sub>воз</sub> <sup>2</sup>
pH	6,9	7,0	7,9	8,0	6,5–8,5	* <sup>3</sup>
Eh, mv	310	348	361	362	– <sup>4</sup>	–
<b>Анионы</b>						
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	28,3	53,68	51,24	78,08	–	–
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	12,00	8,00	35,00	11,00	500	*
Cl <sup>-</sup>	0,61	0,77	1,22	0,51	350	*
F <sup>-</sup>	0,06	0,03	0,15	0,08	0,7	1,5
<b>Катионы</b>						
Ca <sup>2+</sup>	6,00	7,50	17,60	17,60	–	–
Mg <sup>2+</sup>	3,89	3,16	6,57	6,57	50	–
Na <sup>+</sup>	1,37	1,44	2,42	1,33	200	*
K <sup>+</sup>	2,12	1,51	2,02	1,36	–	*
<b>Биогенные элементы</b>						
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,001	< 0,001	0,001	0,001	1,5	*
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,006	0,387	0,393	0,786	3,3	3
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,72	0,19	0,28	0,46	45	50
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0,01	0,05	0,02	0,04	–	–
SiO <sub>2</sub>	4,60	5,50	7,00	5,06	–	–
Общ. минерализация	59,69	82,22	123,91	122,88	–	*

**Примечания:**

1 – предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. ГН 2.1.5.1315-03 [2];

2 – рекомендуемые Всемирной организацией здравоохранения параметры в отношении химических веществ, которые, находясь в питьевой воде, могут оказывать воздействие на здоровье [4];

3 – химические вещества, в отношении которых рекомендательные параметры по различным причинам установлены не были [4];

4 – прочерк означает, что данное вещество в списке нормируемых веществ отсутствует.

К биогенным элементам в природных водах относят азот, фосфор и кремний в различных соединениях. Во всех четырех водотоках обнаружены следовые концентрации ионов аммония и фосфат-ионов.

Повышенное содержание нитритов наблюдается в р. Бабха (0,387 мг·дм<sup>-3</sup>), р. Утулик (0,393 мг·дм<sup>-3</sup>) и ручье Куркавочный (0,786 мг·дм<sup>-3</sup>). Будучи промежуточным нестойким продуктом в процессе нитрификации, нитриты при появлении их в повышенной концентрации указывают на усиленное разложение органических остатков и задержку окисления NO<sub>2</sub><sup>-</sup> до NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, что может говорить о загрязнении водного объекта [3]. В то же время некоторое естественное увеличение содержания нитритов, связанное с повышенным распадом органического вещества, происходит обычно осенью. Таким образом, обнаруженные концентрации нитритов в указанных водотоках можно объяснить наложением естественного и антропогенного (вымывание из почв азота, накопленного ими за годы работы БЦБК).

В то же время стоит отметить, что концентрация всех биогенных веществ в исследованных водотоках существенно ниже ПДК химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, регламентируемых в Российской Федерации гигиеническими нормативами ГН 2.1.5.1315-03 [2], и значений, рекомендуемых Всемирной организацией здравоохранения для питьевой воды [4].

В работах, посвященных проблемам загрязнения природной среды и экологического мониторинга, на сегодняшний день особое внимание уделяется тяжелым металлам в связи с их высокой токсичностью для живых организмов в относительно низких концентрациях, а также способностью к биоаккумуляции и биомагнификации. К тяжелым металлам относят более 40 элементов периодической системы Д.И. Менделеева с атомной массой свыше 50 атомных единиц: V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, As, Pb и др.

Сведения о микроэлементном составе воды исследованных водотоков приведены в табл. 3. Полученные данные свидетельствуют об отсутствии превышений установленных норм как для тяжелых металлов, так и для других микроэлементов. Выявленные концентрации нормируемых микроэлементов в отобранных

пробах на порядок, а то и более, ниже законодательно установленных значений ПДК. Кроме того, из 30 регистрируемых ИСП-МС прибором веществ, концентрации семи (бериллий, марганец, цинк, мышьяк, селен, серебро, свинец) оказались ниже или на уровне предела обнаружения во всех пробах.

Таблица 3

Содержание микроэлементов (в мкг·дм<sup>-3</sup>) в пробах воды водотоков г. Байкальска и окрестностей

Показатель	р. Солзан	р. Бабха	р. Утулик	р. Куркавочный	ПДК <sub>кб</sub> <sup>1</sup>	ПДК <sub>воз</sub> <sup>2</sup>
Li	0,74	0,31	2,27	1,14	30	— <sup>3</sup>
Be	< 0,0023 <sup>5</sup>	< 0,0023	0,0031	< 0,0023	0,2	* <sup>4</sup>
B	1,20	1,21	2,50	2,00	500	2400
Al	5,2	< 3,82	12,9	4,14	200	*
Sc	0,0061	0,0018	0,0031	0,0028	—	—
Ti	0,16	0,20	0,19	0,44	100	—
V	0,21	0,26	0,14	0,98	100	—
Cr	1,03	< 0,36	< 0,36	0,77	50	—
Mn	< 0,09	< 0,09	< 0,09	< 0,09	100	*
Fe	1,96	1,46	2,55	2,90	300	*
Co	0,018	< 0,013	0,021	< 0,013	100	—
Ni	1,11	0,21	1,71	0,10	20	70
Cu	0,62	0,30	0,34	0,16	1000	2000
Zn	< 1,17	1,19	< 1,17	< 1,17	1	*
As	< 0,12	< 0,12	< 0,12	< 0,12	10	10
Se	0,046	< 0,04	< 0,04	< 0,04	10	40
Br	1,31	2,12	2,13	2,09	200	—
Rb	2,33	1,03	2,25	1,26	100 <sup>6</sup>	—
Sr	31	27	96	84	7000	—
Y	0,028	0,0038	0,046	0,0058	—	—
Mo	0,25	0,19	0,39	1,05	70	*
Ag	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	50	*
Cd	0,0036	< 0,0022	< 0,0022	0,0068	1	3
Sn	0,43	0,23	0,14	0,14	—	*
Sb	0,011	0,0061	0,0059	0,0054	5	20
Cs	0,017	0,0049	0,023	0,0085	—	—
Ba	20	9,0	16	13,4	700	700
W	< 0,0058	0,016	0,028	0,12	50	—
Pb	< 0,041	< 0,041	< 0,041	< 0,041	10	10
Th	0,0063	0,0008	0,0021	0,0011	—	—
U	0,039	0,010	0,17	0,24	15	30

#### Примечания:

1 – предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования ГН 2.1.5.1315-03 [2];

2 – рекомендуемые Всемирной организацией здравоохранения параметры в отношении химических веществ, которые, находясь в питьевой воде, могут оказывать воздействие на здоровье [4];

3 – прочерк означает, что данное вещество в списке нормируемых веществ отсутствует;

4 – химические вещества, в отношении которых рекомендательные параметры по различным причинам установлены не были [4];

5 – ниже предела обнаружения прибора;

6 – рубидий хлорид.

**Заключение**

Сопоставляя ПДК гигиенических нормативов [2] и рекомендации ВОЗ для питьевой воды [4], нельзя не отметить, что нормы содержания химических веществ в воде, принятые в РФ, в большинстве своем значительно жестче и список нормируемых компонентов шире. Таким образом, для оценки экологической пригодности использования водотоков в туристической деятельности и рекреации необходимо и достаточно использовать критерии качества окружающей среды, принятые в Российской Федерации.

В период осенней межени 2014 г. в г. Байкальске и его окрестностях было исследовано 4 водотока – реки Солзан, Бабха, Утулик и ручей Куркавочный, расположенных в районах с различной степенью антропогенного воздействия. Анализ позволяет сделать вывод, что воды данных водотоков относятся к маломинерализованным гидрокарбонатного класса, группы кальция, типа I (классификация О.А. Алекина). По концентрации в воде органических веществ, микроэлементов, в т.ч. тяжелых металлов, водотоки полностью соответствуют нормативам качества воды, принятым в РФ и рекомендуемым Всемирной организацией здравоохранения для питьевой воды.

Таким образом, предварительные данные гидрохимического состава водотоков показали, что на настоящий момент их состояние не является препятствием для развития туристической деятельности и рекреации, однако для проведения успешной диверсификации экономики г. Байкальска требуется проведение комплексного эколого-геохимического мониторинга водных объектов данной территории.

*Работу осуществляли при финансовой поддержке Министерства образования и науки в рамках государственного задания № 2014/15 «Организация проведения научных исследований».*

**Список литературы**

1. Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2013 году» – Иркутск: Сибирский филиал ФГУНПП «Росгеолфонд», 2014. – 462 с.: илл.
2. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 30.04.2003 № 78 (ред. от 16.09.2013) «О введении в действие ГН 2.1.5.1315-03» (вместе с «ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы», утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 27.04.2003). – Зарегистрировано в Минюсте России 19.05.2003 № 4550.
3. Справочник по гидрохимии / под ред. А.М. Никанорова. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 388 с.
4. Guidelines for drinking-water quality – 4th edition. – Malta: Gutenberg, 2011. – 564 p.
5. Indicators of Sustainable Development for Tourism Destinations: A Guidebook – Madrid: World Tourism Organization, 2004. – 507 p.

**References**

1. Gosudarstvennyj doklad «O sostojanii ozera Bajkal i merah po ego ohrane v 2013 godu» Irkutsk: Sibirskij filial FGUNPP «Rosgeolfond», 2014. 462 p.: ill.
2. Postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 30.04.2003 no. 78 (red. ot 16.09.2013) «O vvedenii v dejstvie GN 2.1.5.1315-03» (vmeste s «GN 2.1.5.1315-03. Predel'no dopustimye koncentracii (PDK) himicheskikh veshhestv v vode vodnyh obektov hozjajstvenno-pitevogo i kulturno-bytovogo vodopolzo-vanija. Gigienicheskie normativy», utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vra-chom RF 27.04.2003). Zaregistrovano v Minjuste Rossii 19.05.2003 no. 4550.
3. Spravochnik po gidrohimii / pod red. A.M. Nikanorova. L.: Gidrometeoizdat, 1989. 388 p.
4. Guidelines for drinking-water quality 4th edition. Malta: Gutenberg, 2011. 564 p.
5. Indicators of Sustainable Development for Tourism Destinations: A Guidebook Madrid: World Tourism Organization, 2004. 507 p.

**Рецензенты:**

Рохин А.В., д.х.н., зав. кафедрой прикладной информатики и документоведения, Иркутский государственный университет, г. Иркутск;

Пройдаков А.Г., д.х.н., профессор, декан химического факультета, Иркутский государственный университет, г. Иркутск.