

## ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

дацитов) характеризуются как потенциально кислотопродуцирующие (PAG), следует ожидать формирование кислых дренажных подотвальных вод с повышенными содержаниями токсичных элементов.

Таблица 2

*Микроэлементный состав фильтратов, мкг/л (степени выщелачивания 1 и 5)*

Элемент (ПДК)	Степень	Дациты				Андезиты			Брекчии	
		Обр. 1	Обр. 2	Обр. 3	Обр. 4	Обр. 5	Обр. 6	Обр. 7	Обр. 8	Обр. 9
Al (40)	1	<b>69</b>	<b>418</b>	<b>182</b>	<b>449</b>	<b>465</b>	<b>186</b>	<b>239</b>	<b>392</b>	<b>449</b>
	5	<b>248</b>	<b>355</b>	<b>78</b>	<b>85</b>	<b>126</b>	<b>97</b>	<b>198</b>	<b>93</b>	<b>75</b>
As (50)	1	27	<b>733</b>	<b>354</b>	<b>255</b>	<b>307</b>	<b>253</b>	<b>126</b>	<b>112</b>	<b>781</b>
	5	19	<b>84</b>	<b>61</b>	29	<b>57</b>	35	<b>73</b>	24	<b>73</b>
Cu (1)	1	<b>5,4</b>	<b>13,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,2</b>	<b>5,7</b>	<b>3,8</b>	<b>7,8</b>	<b>6,5</b>	<b>3,9</b>
	5	0,8	<b>1,5</b>	0,5	0,6	<b>1,6</b>	0,4	<b>1,4</b>	0,8	0,9
Mo (1)	1	<b>41</b>	<b>51</b>	<b>30</b>	<b>79</b>	<b>58</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>90</b>	<b>50</b>
	5	<b>3,0</b>	<b>3,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,9</b>	<b>2,4</b>	<b>1,4</b>	<b>2,2</b>	<b>7,3</b>	<b>1,6</b>
Sb (5)	1	<b>5,5</b>	<b>24,8</b>	<b>18,0</b>	<b>25,3</b>	<b>21,9</b>	<b>20,9</b>	<b>26,9</b>	<b>17,5</b>	<b>29,6</b>
	5	3,2	<b>18,9</b>	4,6	<b>8,1</b>	<b>11,6</b>	4,8	<b>28,2</b>	4,1	<b>8,2</b>
V (1)	1	0,32	<b>3,09</b>	<b>1,09</b>	<b>2,45</b>	<b>2,39</b>	<b>1,47</b>	<b>1,53</b>	<b>4,63</b>	<b>3,04</b>
	5	0,37	0,73	<0.1	0,11	0,19	0,12	0,64	0,12	<0.1
Zn (10)	1	<1	<b>22,7</b>	5,3	<b>24,5</b>	6,2	7,8	8,9	9,2	6,6
	5	4,5	1,8	8,2	<1	<b>14,5</b>	<1	1,5	<1	<1
W (0,8)	1	<0.1	<b>1,3</b>	0,5	<b>1,6</b>	0,5	<b>1,4</b>	0,4	<b>0,9</b>	<b>2,4</b>
	5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

Примечание: 1) Жирным шрифтом показаны содержания, превышающие ПДК (в качестве ПДК приняты нормативы для вод рыбохозяйственного назначения, кроме Sb – для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения). 2) Содержание Be <0.1 мкг/л (ПДК=0.3 мкг/л), Cd <0.4 мкг/л (ПДК=5 мкг/л), Fe <100 мкг/л (ПДК=100 мкг/л), Ni <5 мкг/л (ПДК=10 мкг/л), Pb <4 мкг/л (ПДК=6 мкг/л).

### Литература

1. Догадина Л.А. Оценка потенциала развития кислотного дренажа для сульфидсодержащих пород Верхне-Кричальской площади (Западная Чукотка, Россия) // Материалы Межд. молодежн. научной конф. "Экологические проблемы недропользования (школа Экогеология-2017)". СПб ГУ СПб, 2017. С. 96–97.
2. MEND Report 1.20.1. Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials. 2009. ([http://www.fs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/stelprdb5336546.pdf](http://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb5336546.pdf))
3. Sobek A.A., Schuller W.A., Freeman J.R., Smith R. M. Field and laboratory methods applicable to overborders and minesoils. EPA Report, No EPA-600/2-054, 1978, 218 pp.

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РАЙОНА ТОРЕЙСКИХ ОЗЁР (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ, РОССИЯ)

**В.В. Дребот**

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Особое внимание исследователей по всему миру привлекает изучение широко распространённых в недрах земли содовых вод. Их генезису посвящено множество работ, однако, споры вокруг вопроса формирования этих уникальных природных образований продолжают существовать и сейчас [3,4].

Район исследований приурочен к территории водосборных бассейнов бессточных озёр Зун- и Барун-Торей, крупнейших поверхностных водных объектов Государственного природного биосферного заповедника «Даурский», расположенного на территории Ононского и Борзинского районов Забайкальского края, и является частью единственного в Азии международного российско-монгольского-китайского заповедника «Даурия» (рис. 1).

Южная граница участка совпадает с государственной границей Россия-Монголия. Торейские озёра, а также территория «Даурского» заповедника, окруженная охранной зоной, являются водно-болотными угодьями мирового значения и играют важнейшую роль в сохранении популяций многих редких видов животных и птиц. Так, в июле 2017 года по итогам 41 сессии Комитета Всемирного наследия ЮНЕСКО в Кракове российско-монгольская территория «Ландшафты Даурии» получила высокий статус объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО.

## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

В работе использованы данные гидрогеохимического опробования подземных вод из бытовых колодцев, скважин и родников, осуществленного в июле 2017 года. Общее количество образцов составляет 14.

Химический анализ проводился в аттестованной лаборатории геоэкологии и гидрогеохимии Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, а также в аккредитованной Проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии Научно-образовательного центра «Вода» (НИ ТПУ).

Измерения Eh и pH природных растворов производили в поле аниономерами типа CG 837 (Schott) и Анион 7000 (Инфраспак-Аналит), комбинированными электродами Platin Elektrod Blu Line 31 RX и ЭСК 10061.

Изучение химического состава выполнено с использованием различных методов анализа: потенциметрическим методом ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  и  $\text{F}^-$ ), атомной эмиссией ( $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ ), пламенной абсорбцией ( $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ ), коллометрическим методом (Si, P), фотометрией ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ),  $\text{SO}_4^{2-}$  определён в виде  $\text{BaSO}_4$  в кислой среде с помощью гликолевого реагента. Концентрации микрокомпонентов определены с помощью метода ICP-MS.



Рис. 1 Обзорная карта района исследований с расположением точек опробования (обозначены голубым цветом)

Результаты изучения химического состава подземных вод представлены в таблице 1. Воды, согласно классификации С.Л. Шварцева [2], являются собственно пресными (0,5 – 1 г/л) и слабосоленатыми (1 – 3 мг/л), за исключением пробы МО-12, где величина минерализации достигает 3,35 г/л, что соответствует умеренно соленатым. Среда является слабощелочной или щелочной. В целом значения pH увеличиваются с ростом величины минерализации (рис. 2). По общей жесткости воды являются преимущественно умеренно-жесткими (3-6 мг-экв/л), однако, локально встречаются и жесткие (6 – 9 мг-экв/л), а также очень жесткие (более 9 мг-экв/л). В целом минерализация вод точек опробования с общей жесткостью более 7 мг-экв/л как правило выше 1 г/л.

Среди катионов преобладающими является Na, реже Mg, а среди анионов –  $\text{HCO}_3^-$ . И только в водах с наибольшей солёностью (3,35 г/л) сульфат-ион становится доминирующим ( $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Cl-Na}$  тип вод). Это типичные содовые воды, характерные для степных ландшафтов.

Подводя итог, стоит отметить, что средние концентрации большинства химических компонентов, рассчитанные как среднее арифметическое, ниже средних значений для подземных вод провинции континентального засоления, согласно данным С. Л. Шварцева [1]. Более высокие концентрации относительно средних обнаруживают лишь для  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ , а также для ряда микрокомпонентов, таких как As, Zr, Cs, Cd и радиоактивного элемента – урана.

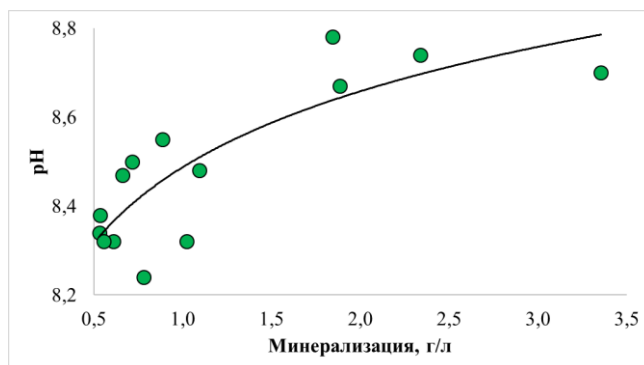


Рис. 2 Связь значений pH с общей минерализацией исследуемых подземных вод

Таблица 1

Химический состав подземных вод района Торейских озёр

Компонент	Единицы измерения	Концентрация			Средние для подземных вод зоны гипергенеза провинции континентального засоления [1]
		Минимальная	Максимальная	Средняя	
pH	Ед. pH	8,24	8,78	8,49	7,5
Eh	мВ	-130	133	-24	-
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг/л	317	836	505	349
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>		6,00	36,0	17,0	-
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		20,6	1126	223	304
Cl <sup>-</sup>		10,1	445	111	258
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		0,01	0,11	0,03	0,53
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		0,65	110	26,7	5,78
F <sup>-</sup>		1,09	4,77	2,67	1,47
Ca <sup>2+</sup>		4,55	104	38,7	86,4
Mg <sup>2+</sup>		4,64	119	46,1	46,2
Na <sup>+</sup>		67,4	807	234	260
K <sup>+</sup>		1,50	50,4	9,16	18,4
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		0,05	1,15	0,22	0,85
SiO <sub>2</sub>		9,14	32,5	18,6	31,3
P		0,01	0,15	0,06	0,06
Fe <sub>общ</sub>		0,03	8,70	0,05	0,71
Минерализация		г/л	0,53	3,35	1,20
Общая жесткость	мг-экв/л	0,61	11,7	5,77	-
As	мкг/л	0,23	26,1	5,96	1,93
U		0,43	155	21,3	4,32
Zr		0,02	99,5	8,08	1,37
Cs		0,001	86,7	14,2	0,06
Cd		0,23	0,40	1,12	0,04

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РНФ № 17-17-01158 и проекта РФФИ № 18-05-00104 А.

Литература

1. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза: 2-е изд., испр. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366 с.
2. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1996. – 423 с.
3. Шварцев С.Л. Содовые воды как зеркало противоречий в современной гидрогеохимии / С. Л. Шварцев // Фундаментальные проблемы современной гидрогеохимии. — Томск: Изд-во НТЛ, 2004. — С. 70–75.
4. Kimura K. Mechanism of the forming of ground water with high content of sodium bicarbonate onto the plains part of the formation Kobe (Japan) // J. Ground Water Hydr. 1992. V. 32. No. 1. P. 5–16.

**ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД УНИВЕРСИТЕТСКИХ РОДНИКОВ (Г. ТОМСК)**

**А.В. Еремина**

Научный руководитель доцент А.Д. Назаров

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Среди водных ресурсов подземные воды занимают ведущую позицию при использовании их в различных целях водопользования. Изучение химического состава родников имеет большое значение. С одной стороны, это отражает качество подземных вод территории Томска в целом. С другой стороны, может влиять на качество поверхностных вод. Так, в городе Томске родники Университетские расположены в районе первой надпойменной террасы реки Томи, в области ее питания. А это значит, что состав вод родников влияет на качество вод реки Томи.

Первым термин «Университетские родники» предложил в 1885 Э.А. Леман, один из первых профессоров Императорского Томского университета так описал устройство водохозяйственной системы: «Ключи университетские, лежащие у подножия откоса университетского парка, перехвачены и обустроены деревянными резервуарами с двойной крышей и люками наверху...». Ключи рассматриваются как источник альтернативного водоснабжения жителей Томска и его окрестностей, а также в некоторых случаях люди используют воду в питьевых целях. Следовательно, значимость исследования состава родников повышается. На территории г. Томска имеются множественные выходы подземных вод в виде родников, количество их превышает 1000 [1]. Воды родников г. Томска активно используются населением в