

## ГИДРОХИМИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД БАССЕЙНА р. БОТЧИ

Шестеркин В.П., Костомарова И.В.

ФГБУН Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск, Россия, shesterkin@ivep.as.khb.ru  
ФГБУ Государственный природный заповедник «Ботчинский», Советская Гавань, Россия

АННОТАЦИЯ: В работе рассмотрены гидрохимические особенности подземных вод бассейна р. Ботчи (Хабаровский край). Воды рек, дренирующих вулканогенные отложения, характеризуются гидрокарбонатно-кальциевым составом, низким содержанием сульфатных и хлоридных ионов, минерализацией менее 50 мг/дм<sup>3</sup>, повышенными концентрациями фосфора и кремния. Воды термального источника «Ботчи» выделяется высоким значением pH, гидрокарбонатно-натриевым составом, повышенными концентрациями сульфатного иона и кремния (> 15 мг/дм<sup>3</sup>), минерализацией более 120 мг/дм<sup>3</sup>.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Ботчинский субаэрально-субаквальный вулканогенный гидрогеологический бассейн Восточно-Сихотэ-Алиньского вулканогенного пояса расположен в междуречье Коппи и Ботчи. Большое развитие здесь получили водоносные комплексы олигоцен-миоценовых вулканогенных образований (базальты, андезиты) с пластово-поровыми, пластово-трещинными и трещинно-жильными (в зонах тектонических нарушений), преимущественно напорными водами. В зонах тектонических нарушений формируются значительные ресурсы трещинно-жильных подземных вод [2]. Изученность химического состава подземных вод данной территории низкая. Данная работа восполняет этот пробел.

## 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2010–2012, 2018 гг. в бассейне р. Ботчи в верхнем течении руч. Солончаковый и Моховой и др., не замерзающих зимой, а также на источниках термальных вод. Аналитические работы осуществляли в Межрегиональном центре экологического мониторинга гидроузлов при ИВЭП ДВО РАН по принятым при гидрохимических исследованиях методам.

## 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Малые реки бассейна р. Ботчи, дренирующие вулканогенные образования, по химическому составу воды относятся к гидрокарбонатному классу, группе кальция, первому типу [1]. По величине минерализации они ультрапресные (< 50 мг/дм<sup>3</sup>), по pH – слабощелочные, по жесткости – мягкие. Содержание главных ионов в воде рек невысокое (табл. 1). Среди катионов доминирование иона кальция выражено не сильно (48 % мг-экв). Второе место в

руч. Моховой и Солончаковый занимает ион магния (32,7 % мг-экв). В руч. Подземный и Теряющийся различия в содержании между ионами натрия (до 23 % мг-экв) и магния (27 % мг-экв) не большие. Содержание хлоридных и сульфатных ионов, ионов калия находится предела обнаружения.

Таблица 1. Химический состав вод руч. бассейна р. Ботчи

Показатель	Солончаковый n=8	Моховой, n=7
pH, ед. pH	<u>6,50–7,55</u> 7,05	<u>6,70–7,90</u> 7,31
Na <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>2,2–2,8</u> 2,5	<u>2,2–3,2</u> 2,6
K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<1,0	<1,0
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>5,5–6,7</u> 6,3	<u>5,5–6,9</u> 6,4
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>2,2–3,0</u> 2,5	<u>2,2–3,1</u> 2,5
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , г/дм <sup>3</sup>	<u>33,0–36,6</u> 36,0	<u>30,5–38,0</u> 35,2
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>&lt;2,0–4,2</u> <2,0	<2,0
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<2,0	<2,0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<0,04	<0,04
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>&lt;0,04–0,66</u> 0,032	<u>0,13–0,62</u> 0,48
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>0,102–0,160</u> 0,126	<u>0,077–0,246</u> 0,126
Fe <sub>общ</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>&lt;0,02–0,05</u> 0,02	<u>&lt;0,02–0,03</u> 0,02
M, мг/дм <sup>3</sup>	<u>28,2–50,7</u> 44,1	
Si, мг/дм <sup>3</sup>	<u>8,5–9,9</u> 9,3	<u>9,5–10,5</u> 9,7
ПО, мг O/дм <sup>3</sup>	<u>0,6–3,5</u> 1,8	<u>0,6–4,6</u> 2,1

Сезонные отличия в содержании основных ионов отсутствуют, что свидетельствует о большом влиянии подземных вод на их сток.

Среди биогенных элементов выделяются фосфаты, максимальное содержание которых составляет 0,45 мг/дм<sup>3</sup>. Подстилающие породы оказывают также большое влияние на концентрацию кремния, максимум которого достигает 14 мг/дм<sup>3</sup>.

Преобладающей формой азота является нитратная форма, содержание которой изменяется в широких пределах (табл. 1) и нередко повышено из-за влияния пирогенного фактора [5]. Концентрации нитритного и аммонийного находятся ниже предела обнаружения.

Содержание общего железа в основном находится ниже 20 мкг/дм<sup>3</sup>, меди и молибдена – 1 мкг/дм<sup>3</sup>, цинка – 5 мкг/дм<sup>3</sup>, кадмия, кобальта и свинца – 0,01 мкг/дм<sup>3</sup>.

Концентрация органического вещества в воде крайне низкая: цветность воды не превышает 5°, значение перманганатной окисляемости – 5,0 мг О/дм<sup>3</sup>.

Таблица 2 Химический состав источников термальных вод бассейна р. Ботчи

Показатель	Источник «Ботчи»		Источник «Иха»
	15.01.17	8.02.18	
рН, ед. рН	9,27	9,76	7,2
Na <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	13,0	29,3	10,3
K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<1,0	<1,0	<1,0
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	1,5	1,5	4,0
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	< 1,0	< 1,0	1,2
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , г/дм <sup>3</sup>	88	57	41,5
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	17,0	20	2,6
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	4,0	3,5	<2,0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,07	< 0,04
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	–	0,14	0,62
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	–	0,052	0,069
Fe <sub>общ</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	<0,02	<0,02	<0,02
M, мг/дм <sup>3</sup>	126,6	124,7	62,0
Si, мг/дм <sup>3</sup>	32,7	19,3	11,4
ПО, мг О/дм <sup>3</sup>	–	1,6	–

Более высокие значения рН и минерализации отмечаются в воде источников термальных вод (табл. 2). В воде источника «Ботчи», расположенного на правом берегу р. Ботчи выше впадения руч. Угарный, приуроченного к тектоническим нарушениям глубокого залегания. Температура воды достигает 44°. По химическому составу она относится к гидрокарбонатному классу, группе натрия, первому типу [1]. Среди

катионов доля иона натрия достигает 78 % мг-экв, остальных катионов – менее 10 % мг-экв.

Сравнение материалов исследований за 2009 и 2018 гг. свидетельствует о более высоких концентрациях ионов кальция, сульфатного и фосфатного ионов в воде этого источника в 2009 г. Гидрокарбонатно-натриевый состав и более низкая минерализация характерна для вод остальных термальных источников «Иха», «Чиполи», «Тутто» и др. [3, 4]. Термальные воды выделяются крайне низким содержанием минеральных форм азота и фосфора, более высокой концентрацией кремния.

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, воды малых рек бассейна р. Ботчи, дренирующих зимой вулканогенные отложения, характеризуются гидрокарбонатно-кальциевым составом, низким содержанием сульфатных и хлоридных ионов, аммонийного азота и органического вещества. Отмечено повышенное содержание фосфора и кремния.

Термальные воды выделяются гидрокарбонатно-натриевым составом, повышенными значениями рН и минерализации, содержанием сульфатных ионов и кремния, крайне низкой концентрацией ионов кальция и магния.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алейкин О. А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометиздат, 1970. – 444 с.
2. Болдовский В.В. Подземные воды Восточно-Сихотэ-Алиньского вулканогенного пояса. – Владивосток: Дальнаука. 1994. – 224 с.
3. Завгорудько В.Н., Завгорудько Т.И., Сидоренко С.В. Горячие воды холодного побережья. – Хабаровск: Изд-во ДВГМУ. 2012. – 168 с.
4. Кулаков В.В., Сидоренко С.В. Минеральные воды и лечебные грязи Приамурья. – Хабаровск: ДВГМУ. 2017. – 474 с.
5. Форина Ю. А., Шестеркин В. П. Особенности химического состава речных вод восточного макросклона Северного Сихотэ-Алиня // География и природные ресурсы. – 2010. – № 3. – С. 81-87.
6. Форина Ю.А., Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Фосфор в воде таежных рек северного Сихотэ-Алиня // Тихоокеанская геология. – 2013. – Т. 32. – № 1. – С. 116–119.

## GROUNDWATER HYDROCHEMISTRY OF THE BOTCHI RIVER BASIN

**Shesterkin V.P., Kostomarova I.V.**

*Institute of water and Ecology problems Feb RAS, Khabarovsk, Russia, shesterkin@ivep.as.khb.ru  
Botchinsky state nature reserve, Sovetskaya Gavan, Russia*

ABSTRACT: The paper considers the hydrochemical features of the groundwater of the Botchi River basin (Khabarovsk Region). The waters of the rivers draining in the winter volcanogenic deposits are characterized by hydrocarbonate-calcium composition, low content of sulfate and chloride ions, mineralization less than 50 mg/dm<sup>3</sup>, high concentrations of phosphorus and silicon. The waters of the Botchi hot spring are characterized by high pH, hydrocarbonate-sodium composition, increased concentrations of sulfate ion and silicon (> 15 mg/dm<sup>3</sup>), and mineralization was more than 120 mg/dm<sup>3</sup>.