ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ISBN 978-5-91911-014-9

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОХИМИИ И МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

МАТЕРИАЛЫ
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
(с международным участием)
8–10 сентября 2015 г.
г. Ростов-на-Дону

ЧАСТЬ 1

Ростов-на-Дону
2015

ФТОР В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ БАССЕЙНОВ СЕЛЕНГИ И АРГУНИ

Савенко А.В., Савенко В.С., Ткаченко О.В.
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, Alla_Savenko@rambler.ru

Участие фтора в физиологических процессах в организме человека является причиной большого интереса к геохимии этого элемента в природных водах, поскольку именно с водой человек получает до 90% всего потребляемого фтора. По гигиеническим нормам оптимальное содержание фтора в питьевой воде находится в интервале от 0.7 до 1.5 мг/л. При более низких концентрациях развивается кариес, при более высоких – флюороз. Поэтому в целях улучшения здоровья населения во многих странах проводят соответственно фторирование или дефторирование питьевой воды. В силу этого особое значение приобретает выделение территорий (биогеохимических провинций) с недостаточным или избыточным содержанием фтора в источниках питьевого водоснабжения.

Юго-Восточное Забайкалье и прилегающие районы Монголии и Северного Китая образуют крупную фтороносную биогеохимическую провинцию. В породах, составляющих литогенную основу ландшафтов, фтор представлен главным образом двумя акцессорными минералами (флюоритом CaF_2 и фторапатитом $Ca_5(PO_4)_3F$), а также находится в форме изоморфной примеси в слюдах и амфиболах, где замещает гидроксил-ионы. Как собственные минералы фтора, так и породообразующие минералы – носители изоморфного фтора – в зоне гипергенеза неустойчивы и служат источником фтора поверхностных и подземных вод.

Интенсивность выщелачивания фтора зависит от водного режима и скорости эрозионных процессов, что приводит к значительной временной изменчивости содержания фтора в водах. Петрографическая неоднородность литогенной основы в свою очередь обусловливает пространственную неоднородность распределения фтора в водах. В силу этого для надежного выделения фторидных гидрохимических аномалий необходима максимальная пространственная детализация распределения фтора, а также проведение обследований одних и тех же территорий в разные сезоны.

В настоящем сообщении представлены данные о содержании фтора в поверхностных водах бассейнов Селенги и Аргуни. Пробы воды были отобраны в период повышенной водности, связанный с выпадением интенсивных дождей: в долине р. Селенги – в июле–августе 2011 г. во время комплексной экспедиции географического факультета МГУ; в долине р. Аргуни – в августе 2010 г. сотрудником кафедры гидрологии суши географического факультета МГУ М.А. Самохиным. Расположение точек отбора проб показано на рисунке 1.

В пробах воды измеряли содержание фтора потенциометрическим методом с использованием фторидного ионоселективного электрода в присутствии ацетатного солевого буфера [4], а также концентрацию гидрокарбонатов объемным ацидиметрическим методом и содержание остальных компонентов основного солевого состава методом капиллярного электрофореза. По сумме кон-

центраций главных ионов рассчитывали минерализацию. Результаты определений приведены в таблице 1.

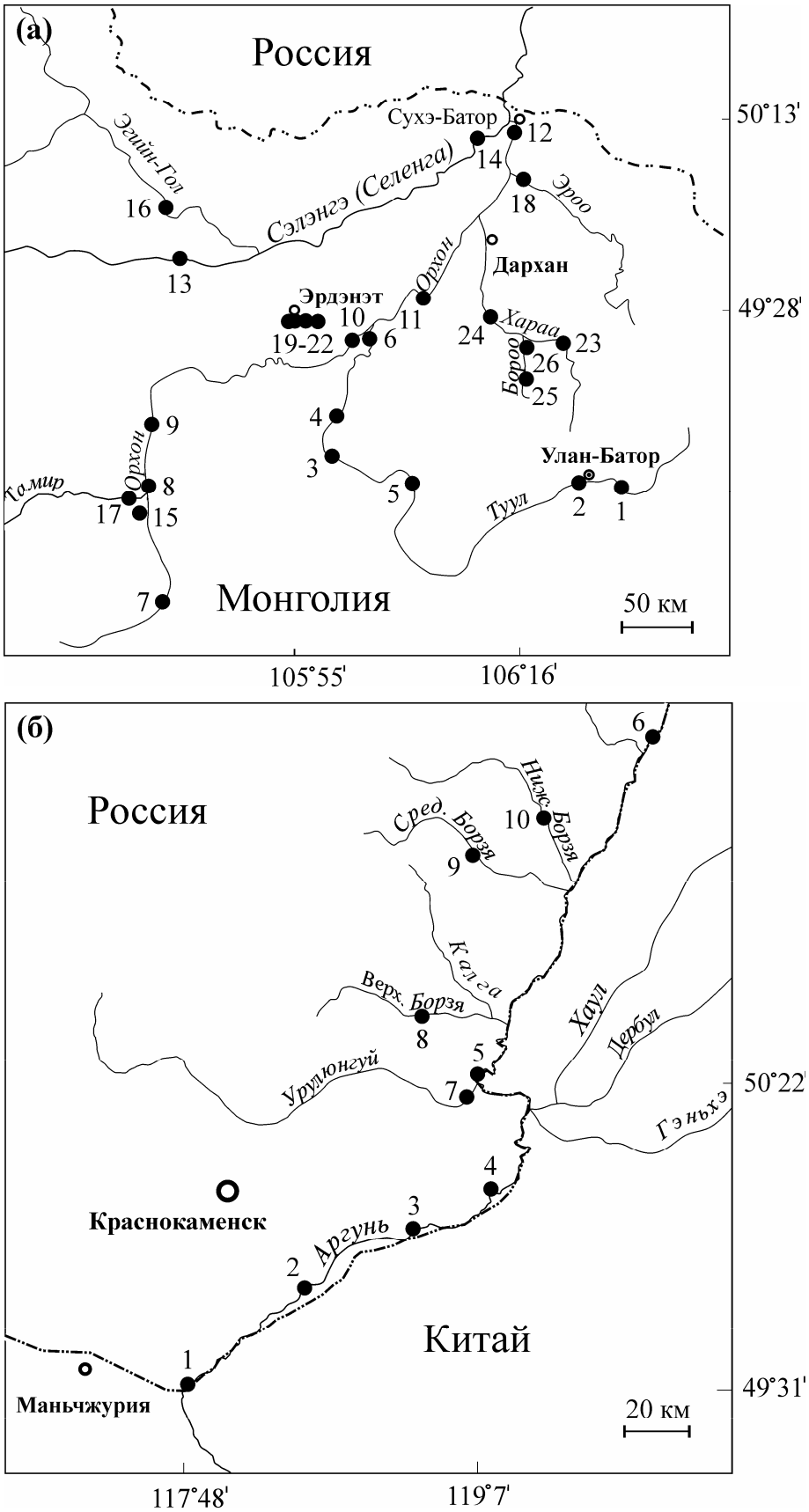

Рисунок 1 – Расположение точек отбора проб воды в бассейнах Селенги (а) и Аргуни (б)

Таблица 1 – Содержание фтора в поверхностных водах бассейнов Селенги и Аргуни

№ точки	Водный объект	Содержание фтора, мг/л	Минерализация *M*, мг/л
Бассейн Селенги			
1	Р. Туул	0.08	44.9
2	То же	0.11	51.4
3	«	0.27	137
4	«	0.45	152
5	«	0.22	128
6	«	0.34	175
7	Р. Орхон	0.15	77.4
«	То же, через сутки	0.17	64.8
«	То же, через 2 суток	0.15	65.0
8	«	0.29	115
9	«	0.33	116
10	«	0.40	146
11	«	0.38	166
12	«	0.37	168
13	Р. Селенга	0.29	135
14	То же	0.24	172
15	Р. Старый Орхон	0.81	303
16	Р. Эгийн-Гол	0.18	189
17	Р. Тамир	0.33	116
18	Р. Эроо	0.17	62.2
19	Р. Хангалын*	*1.80*	*609*
20	То же	*2.07*	*629*
21	«	*1.15*	*640*
22	«	*1.07*	*609*
23	Р. Хараа	0.30	125
24	То же	0.39	175
25	Р. Бороо	0.69	294
26	То же**	*1.21*	*342*
Среднее арифметическое*		***0.31***	***138***
Среднее геометрическое*		***0.27***	***123***
Бассейн Аргуни			
1	Р. Аргунь	0.27	179
2	То же	0.27	176
3	«	0.33	193
4	«	0.29	176
5	«	0.58	268
6	«	0.24	155
7	Р. Урулюнгуй	*1.51*	*527*
8	Р. Верхняя Борзя	0.32	286
9	Р. Средняя Борзя	0.22	201
10	Р. Нижняя Борзя	0.33	439
Среднее арифметическое**		***0.32***	***231***
Среднее геометрическое**		***0.31***	***218***

Примечание. * В долине р. Хангалын разрабатывается месторождение медно-молибденовых руд и находится крупный промышленный город Эрдэнэт; ** ниже разработки месторождения золота Бороо-Гол; *** за исключением территорий, испытывающих сильное антропогенное воздействие (т. С19, С20, С21, С22 и С26); **** за исключением р. Урулюнгуй.

В бассейне Селенги содержание фтора в большинстве обследованных рек находится в пределах 0.08–0.45 мг/л. В р. Старый Орхон и верхнем течении р. Бороо концентрации фтора несколько выше (соответственно 0.81 и 0.69 мг/л). Максимальные концентрации фтора характерны для участков, испытывающих сильное антропогенное воздействие: долины р. Хангалын, где разрабатывается месторождение медно-молибденовых руд и находится крупный промышленный город Эрдэнэт (1.07–2.07 мг/л), и нижнего течения р. Бороо, где добыча золота сочетается с сельскохозяйственным освоением (1.21 мг/л). Вместе с тем разработка золота на месторождении Заамар в бассейне р. Туул существенного влияния на содержание фтора не оказывает. Среднеарифметическая и среднегеометрическая концентрации фтора в водах р. Селенги и ее притоков, за исключением территорий с интенсивной хозяйственной деятельностью, близки между собой и составляют соответственно 0.31 и 0.27 мг/л. В целом полученные данные находятся в том же диапазоне, что и содержание фтора в водах Юго-Восточного Забайкалья (0.10–1.51 мг/л [2]).

Распределение фтора в водах бассейна Аргуни также довольно однородное: его содержание изменяется от 0.22 до 0.58 мг/л при почти совпадающих среднеарифметическом и среднегеометрическом значениях, равных 0.32 и 0.31 мг/л и близких к таковым для бассейна Селенги. Однако в р. Урулюнгуй, на водосборе которой встречаются засоленные участки, концентрация фтора достигает верхнего предела экологического оптимума – 1.5 мг/л. Повышенные концентрации фтора в воде р. Урулюнгуй подтверждаются также в [1].

В обоих исследованных районах обнаруживаются тесные корреляционные связи содержания фтора с минерализацией, а также с концентрациями натрия, магния, сульфатов и в меньшей степени гидрокарбонатов и калия (таблица 2). Для хлоридов и кальция тесная корреляция с фтором имеется только в водах бассейна Селенги, тогда как в водных объектах бассейна Аргуни она практически отсутствует.

Таблица 2 – Коэффициенты корреляции содержания фтора с минерализацией и концентрациями главных ионов

Район	M	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
Бассейн Селенги	0.92	0.83	0.85	0.76	0.94	0.61	0.91	0.86
Бассейн Аргуни	0.78	0.07	0.81	0.70	0.96	0.80	0.81	0.22
Бассейны Селенги и Аргуни	0.88	0.75	0.83	0.68	0.88	0.61	0.83	0.79

Тенденция увеличения концентрации фтора с ростом минерализации была зафиксирована и на сопредельных территориях: в Северо-Восточной Монголии [5], Юго-Восточном Забайкалье [1], Таджикистане [3]. Разные уровни содержания фтора обусловлены, по-видимому, принадлежностью водосборов к разным ландшафтным зонам. Это хорошо проиллюстрировано в [6], где установлено более низкое содержание фтора в поверхностных водах таежной зоны Прибайкалья (в среднем 0.30 мг/л) по сравнению с водами лесостепной зоны (в среднем 0.84 мг/л).

Таким образом, полученные результаты показали, что содержание фтора в поверхностных водах бассейнов Селенги и Аргуни находится в одном диапазоне значений при близких средних величинах (~0.3 мг/л) и обнаруживает тесную корреляцию с минерализацией, что отмечалось также для сопредельных территорий.

Список литературы

1. Замана Л.В. Фтор в водах рек Юго-Восточного Забайкалья // Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных растворов. Иркутск: Ин-т географии СО РАН, 2005. С. 74–75.

2. Кашин В.К., Иванов Г.М. Фтор в природных водах Забайкалья // Водные ресурсы. 1999. Т. 26. № 4. С. 502–505.

3. Патина Д.Л., Пачаджанов Д.И. Фтор в некоторых природных водах Таджикистана // Геохимия. 1973. № 2. С. 250–256.

4. Савенко В.С. Введение в ионометрию природных вод. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 77 с.

5. Филиппова Г.Р., Власов Н.А., Богданова Л.Л. и др. К изучению фтора в природных водах Северо-Восточной Монголии // Гидрохимич. материалы. 1980. Т. 77. С. 37–40.

6. Яновский Л.М., Ломоносов И.С. Гидрохимические параметры фторидов в Прибайкалье // Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных растворов. Иркутск: Ин-т географии СО РАН, 2005. С. 333–336.