

Распределение фтора в водах родников г. Москвы и его связь с геолого-гидрогеологическими условиями района

Савенко А.В.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, E-mail: Alla_Savenko@rambler.ru

АННОТАЦИЯ: По данным гидрохимического опробования 30 наиболее значимых родников установлен диапазон концентраций фтора в грунтовых водах на территории г. Москвы (0.05–0.41 мг/л) и выделены районы с его различным содержанием. Показано, что породы водоносных горизонтов, питающих родники с низкими концентрациями фтора, представлены флювиальными и флювиогляциальными песками и супесями четвертичного возраста, тогда как родниковый сток с повышенным содержанием фтора на северо-западе столицы сформирован водоносным комплексом в волжских песках верхней юры. Выявлено закономерное снижение содержания фтора в грунтовых водах с ростом их минерализации.

ВВЕДЕНИЕ

На территории г. Москвы насчитывается до 200 родников, включая некаптированные родники и участки рассеянной разгрузки [1]. Традиционно эти источники используются в питьевых целях, что послужило причиной повышенного внимания к изучению эколого-геохимического состояния родниковых вод мегаполиса с конца XX века. В частности, в период с 1997 по 2001 гг. был проведен мониторинг микроэлементного состава вод родников г. Москвы и выявлены наиболее опасные загрязнители [1, 2]. Среди прочих результатов было установлено пониженное содержание фтора в грунтовых водах относительно минимально допустимой концентрации для питьевой воды, однако из-за небольшого числа определений (в 7 из 64 обследованных родников) более детальный анализ поведения фтора сделан не был. Цель настоящей работы состояла в изучении пространственного распределения фтора в водах родников г. Москвы и нахождении его связи с геолого-гидрогеологическими условиями района.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

По литературным данным [1, 3 и др.] был составлен реестр родников г. Москвы и выбрано 30 равномерно распределенных по его территории источников. Гидрогеологическое обследование показало [1], что все родники города представляют собой зоны разгрузки четвертичных и мезозойских (меловых и частично юрских) водоносных горизонтов. Перетекание из нижележащих горизонтов, как фактор питания родниковых вод, практически отсутствует и происходит только на локальных участках.

Гидрохимическую съемку проводили в период зимней межени (с 4 февраля по 15 марта 2011 г.), когда грунтовые воды наименее подвержены кратковременным флуктуациям

химического состава. Расположение точек отбора проб показано на рис. 1.

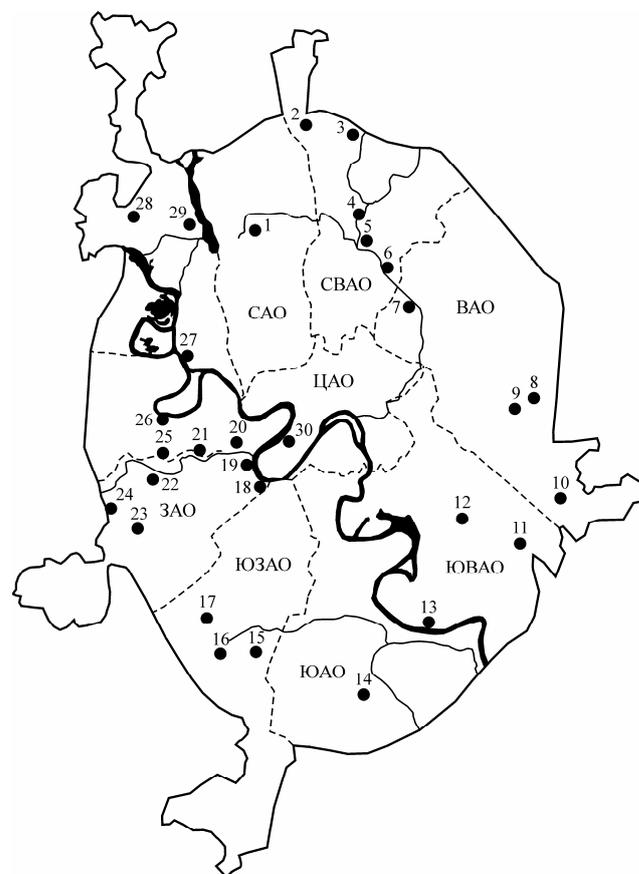


Рисунок 1. Схема расположения точек отбора проб из родников г. Москвы

Содержание фтора определяли методом прямой ионометрии [4] с использованием фторидного ионоселективного электрода. Воспроизводимость измерений находилась в интервале $\pm 2\%$, предел обнаружения фтора составил 0.02 мг/л. Также после фильтрации через плотный бумажный фильтр в пробах определяли содержание ионов основного солевого состава с применением стандартных аналитических методик, рекомендованных в [5]. Суммарная относительная погрешность анализов не превышала $\pm 5\%$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Данные о содержании фтора в водах родников г. Москвы приведены в табл. 1.

Таблица 1. Содержание фтора в водах родников г. Москвы

№ точки (см. рис. 1)	Минерализация, мг/л	[F], мг/л	[F]/[F] _{ПДК} *
1	412	0.27	0.39
2	1080	0.16	0.23
3	344	0.21	0.30
4	1030	0.16	0.23
5	859	0.19	0.27
6	332	0.21	0.30
7	875	0.18	0.26
8	717	0.05	0.07
9	698	0.05	0.07
10	325	0.22	0.31
11	354	0.19	0.27
12	428	0.17	0.24
13	419	0.18	0.26
14	415	0.20	0.29
15	235	0.14	0.20
16	714	0.05	0.07
17	752	0.06	0.08
18	419	0.30	0.43
19	513	0.28	0.40
20	503	0.29	0.41
21	636	0.22	0.31
22	685	0.20	0.29
23	350	0.26	0.37
24	585	0.23	0.33
25	582	0.27	0.39
26	407	0.24	0.34
27	265	0.30	0.43
28	345	0.32	0.46
29	188	0.41	0.59
30	538	0.15	0.21
min	188	0.05	0.07
max	1080	0.41	0.59

* – оптимальное содержание фтора в питьевой воде по санитарно-гигиеническим нормам [6] составляет 0.7–1.5 мг/л; в расчетах использовалась нижняя граница этого диапазона ([F]_{ПДК} = 0.7 мг/л).

Представленные материалы свидетельствуют о том, что для грунтовых вод на территории г. Москвы характерны пониженные концентрации фтора (0.05–0.41 мг/л) относительно рекомендованного содержания для питьевой воды (0.7–1.5 мг/л [6]), что подтверждает результаты ранее проведенного анализа распределения фтора в родниковых водах западной части города [1]. При этом следует

отметить, что средняя концентрация фтора в водах изученных родников (0.20±0.09 мг/л) близко соответствует таковой в подземных водах зоны выщелачивания (0.23 мг/л [7]), в частности провинции умеренного климата (0.26 мг/л [7]).

Наименьшее содержание фтора (0.05 мг/л) характерно для родников окраин Восточного и Юго-Западного административных округов (точки 8, 9, 16, 17). Наибольшая концентрация (0.41 мг F/л) обнаружена на окраине Северо-Западного административного округа (точка 29). На подавляющей территории города содержание фтора в родниковых водах находится в пределах от 0.15 до 0.35 мг/л (рис. 2), причем его восточная часть тяготеет к более низким концентрациям (0.15–0.20 мг/л), а западная – к более высоким (0.20–0.35 мг/л).

В наиболее обедненных фтором источниках (точки 8, 9, 16, 17) его концентрации в 12–14 раз ниже минимального уровня, допустимого по санитарно-гигиеническим нормам для питьевой воды (0.7 мг/л согласно [6]). В водах остальных родников с более высокими концентрациями фторидов его недостаток относительно нижней границы ПДК составляет 1.7–5 раз.

Анализ геолого-гидрогеологических условий показал, что места выходов грунтовых вод с низкими концентрациями фтора (Измайловский парк, Ясенево и Битцевский лесопарк) расположены в пределах моренно-зандровых и моренных ландшафтов, а породы водоносных горизонтов, питающих изученные родники, представлены флювиальными и флювиогляциальными песками и супесями четвертичного возраста.

Выходы грунтовых вод с повышенным содержанием фтора на северо-западе столицы (район Хорошево-Мневники) находятся в пределах третьей надпойменной террасы р. Москвы, вскрывающей волжские пески верхней юры, водоносный комплекс которых формирует родниковый сток данной территории.

От величины минерализации содержание фтора в родниках основной части города зависит слабо (рис. 3). При этом источники, питающиеся водами из флювиальных и флювиогляциальных песков и супесей четвертичного возраста, образуют отдельную группу с минерализацией 700–750 мг/л и концентрацией фтора 0.05–0.06 мг/л, тогда как минерализация грунтовых вод юрского водоносного комплекса, содержащих 0.4 мг F/л, минимальна (188 мг/л).

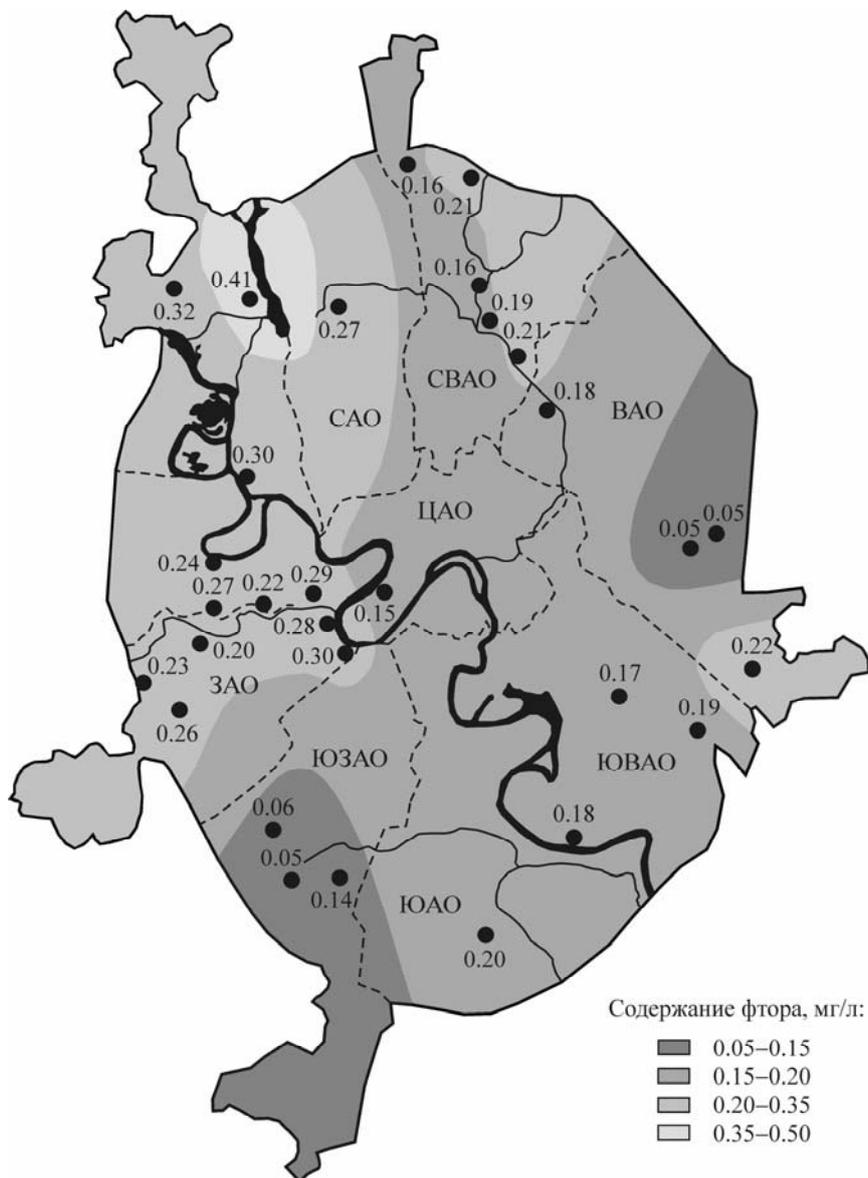


Рисунок 2. Пространственное распределение фтора в водах родников г. Москвы

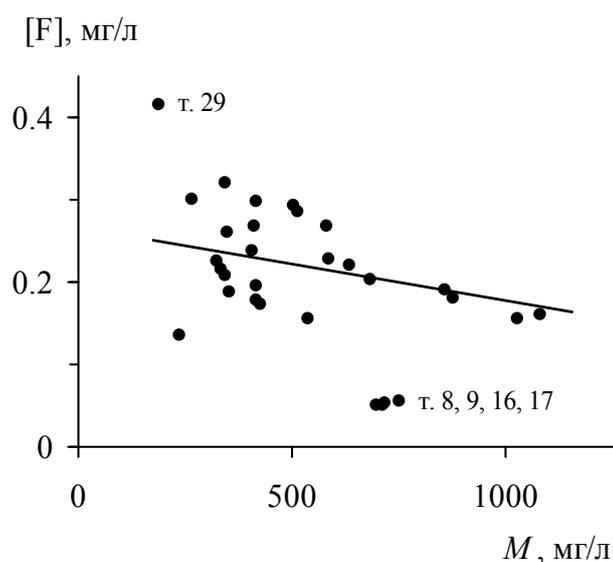


Рисунок 3. Зависимость содержания фтора в водах родников г. Москвы от величины их минерализации (M)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подтверждено распространение на территории г. Москвы грунтовых вод с пониженными концентрациями фтора (0.05–0.41 мг/л) относительно ПДК для питьевой воды (0.7–1.5 мг/л). Среднее содержание фтора в водах изученных родников (0.20 ± 0.09 мг/л) близко соответствует таковому в подземных водах зоны выщелачивания (0.23 мг/л).

Породы водоносных горизонтов, питающих родники с низкими (0.05–0.06 мг/л) концентрациями фтора (Измайловский парк, Ясенево и Битцевский лесопарк), представлены флювиальными и флювиогляциальными песками и супесями четвертичного возраста, тогда как родниковый сток с повышенным (0.41 мг/л) содержанием фтора на северо-западе столицы (район Хорошево-Мневники) сформирован водоносным комплексом в волжских песках верхней юры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Швец В.М., Лисенков А.Б., Попов Е.В. Родники Москвы. – М.: Научный мир, 2002. – 160 с.
2. Лиманцева О.А. Условия формирования химического состава родниковых вод на территории Москвы и прогноз его изменения под влиянием техногенной нагрузки // Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. – М.: МГГРУ, 2004. – 26 с.
3. Храменков С.В., Матвеев Ю.П., Кузьмина Н.П., Романова Г.И. Оценка качества воды родников // Водоснабжение и санитарная техника. – 1997. – № 3. – С. 5–7.
4. Савенко В.С. Введение в ионометрию природных вод. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 77 с.
5. Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод. – М.: Химия, 1971. – 375 с.
6. Санитарные правила и нормы 2.1.4.559-96. – М.: Минздрав РФ, 1997. – 42 с.
7. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: Недра, 1998. – 366 с.