

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ В РОДНИКАХ ЕКАТЕРИНБУРГА И СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.С. Семенищев, С.М. Титова, А.В. Воронина

E-mail: vovius82@mail.ru

*ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург, Россия*

АННОТАЦИЯ: Проведено исследование качества воды в 31 роднике г. Екатеринбурга и Свердловской области. Определено, что только в 7 родниках (22 %) вода полностью удовлетворяет требованиям санитарных норм по содержанию химических и радиоактивных поллютантов. В 17 случаях вода не соответствовала требованиям норм по химическому фактору, в 4 – по радиационному фактору, в 3 случаях – одновременно по химическому и радиационному факторам. Из природных радионуклидов превышение уровня вмешательства обнаружено только по ^{222}Rn , при этом максимальная удельная активность радона составила 161 Бк/л (родник Павловский). Превышения уровня вмешательства по урану и торию не зафиксировано. Детальный анализ содержания природных радионуклидов показал отсутствие корреляций между удельными активностями радона, урана и тория в родниковых водах.

Установлено, что несоответствие родниковых вод санитарным нормам по химическому фактору связано с превышением ПДК по железу. Также в ряде проб отмечено превышение ПДК по марганцу и барию, при этом в роднике Европа-Азия (г. Екатеринбург) зафиксировано почти девятикратное превышение ПДК по барию.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: радон, родники, тяжелые металлы, ПДК, питьевая вода.

Финансирование: Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Свердловской области в рамках научного проекта № 20-43-660055.

Несмотря на повсеместное развитие централизованных систем водоснабжения, нецентрализованные источники питьевой воды – родники, скважины и колодцы, до сих пор занимают важное место в снабжении населения питьевой водой не только в малых населенных пунктах, но и в крупных мегаполисах. В частности, имеются сведения об использовании населением воды из родников, расположенных на территории городов Москва [1], Санкт-Петербург [2], Томск [3, 4], Пермь [5], Ростов-на-Дону [6]. Среди населения широко распространено мнение о том, что родниковая вода является заведомо чистой, т. к. фильтруется через толщу почв и горных пород. Тем не менее, фактически при такой фильтрации происходит эффективное

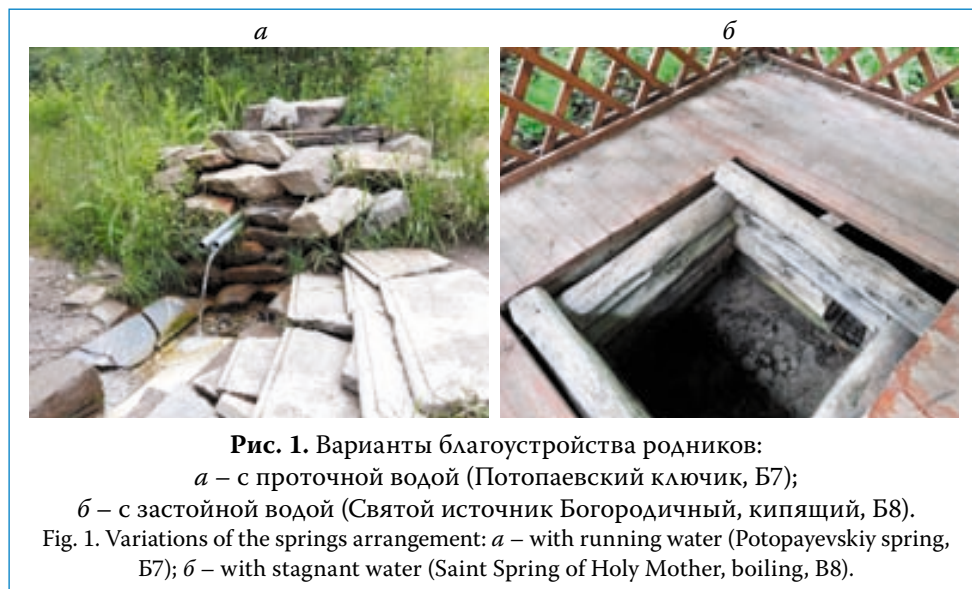
© Семенищев В.С., Титова С.М., Воронина А.В., 2020

удаление взвешенного вещества, при этом в воде остаются растворенные вещества, а также могут дополнительно растворяться компоненты минералов и горных пород. В результате родниковая вода может содержать значительные количества патогенных микроорганизмов [7], нефтепродуктов [8–10], неорганических соединений азота [11], тяжелых и цветных металлов [12], а также природных радионуклидов [3, 6, 13–15].

В данной работе проведен анализ содержания природных радионуклидов (^{222}Rn , ^{238}U и ^{232}Th), а также химических поллютантов (Be, B, Al, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Cd, Ba, Hg и Pb) в воде родников Свердловской области, использующихся населением в качестве нецентрализованных источников питьевого водоснабжения.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе исследована вода из 20 родников на территории г. Екатеринбург и 11 родников, расположенных в Свердловской области. В табл. 1 приведены характеристики исследованных родников. На рис. 1 представлены примеры родников с разным типом благоустройства.



Пробы воды перед измерением выдерживали в герметичных полипропиленовых бутылках емкостью 1,5–2 л в течение минимум 3–5 ч (как правило, 12–20 ч) для установления радиоактивного равновесия радона с короткоживущими дочерними радионуклидами (^{218}Po , ^{218}At , ^{214}Pb и ^{214}Bi). Активность радона в пробах измеряли на сцинтилляционном гамма-бета-спектрометре «Атомтех МКС-1315 АТ» по линии равновесного до-

Таблица 1. Характеристики исследованных родников
 Table 1. Characteristics of the studied springs

| Код | Дата отбора | Название (описание) родника | Состояние родника* |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Родники, расположенные в пределах г. Екатеринбурга | | | |
| A1 | 12.02.2020 | Европа-Азия | БП |
| A2 | 12.02.2020 | Памяти | БП |
| A3 | 12.03.2020 | Калиновский родник | БП |
| A4 | 19.03.2020 | Родник у дома по ул. Труда, 9 | БП |
| A5 | 19.03.2020 | Золотой ключик | БП |
| A6 | 26.03.2020 | Серебряный ключ | БП |
| A7 | 27.05.2020 | Московский | БП |
| A8 | 02.06.2020 | У церкви на Химмаше (ул.Черняховского, 33) | БП |
| A9 | 02.06.2020 | Поющий | БП |
| A10 | 02.06.2020 | Дарьин ключ (пос. Палкино) | БЗ |
| A11 | 02.06.2020 | Северский (пос. Северка) | БП |
| A12 | 02.06.2020 | Медвежья слеза (пос. Северка) | БП |
| A13 | 07.06.2020 | Чусовской (14 км Чусовского тракта) | БЗ |
| A14 | 07.06.2020 | Калиновские, оз. Щучье | БЗ |
| A15 | 07.06.2020 | В лесопарке Пышминские озерки | БП |
| A16 | 09.06.2020 | Павловский | БП |
| A17 | 09.06.2020 | Пышминский | БП |
| A18 | 09.06.2020 | Янтарный ключ | БП |
| A19 | 09.06.2020 | Горнощитский | БЗ |
| A20 | 09.06.2020 | У плотины Нижнеисетского пруда (ул. Тружеников, 1а) | Н |
| Родники, расположенные на территории Свердловской области | | | |
| Б1 | 01.03.2020 | Святой источник Почаевской иконы Божией Матери (с. Косулино, Белоярский р-н) | БП |
| Б2 | 27.05.2020 | с. Камышево, ул. Уральская. 19 | БЗ |
| Б3 | 31.05.2020 | Святой источник, пос. Белоярский, район Большая деревня | БП |
| Б4 | 07.06.2020 | с. Чусовое (Шалинский р-н) | Н |
| Б5 | 08.06.2020 | д. Борисова (Камышловский р-н), родник 1 | Н |
| Б6 | 10.06.2020 | пос. Хрустальная (Первоуральский р-н) | БП |
| Б7 | 22.06.2020 | Потопаевский ключик, г. Сысерть, у входа в парк «Бажовские места» | БП |
| Б8 | 22.06.2020 | Святой источник Богородичный (кипящий), г. Сысерть, на территории парка «Бажовские места» | БЗ |
| Б9 | 22.06.2020 | д. Борисова (Камышловский р-н), родник 2 | Н |
| Б10 | 22.06.2020 | д. Шипицина (Камышловский р-н), родник | Н |
| Б11 | 22.06.2020 | Святой ключ, д. Паршино (Богдановичский р-н) | БП |

Примечание: * БП – благоустроенный с проточной водой, БЗ – благоустроенный с застойной водой (в виде колодца), Н – неблагоустроенный.

черного гамма-излучающего изотопа ^{214}Bi ($E = 609$ кэВ) в стандартной геометрии Маринелли (1 л). Активности радона пересчитывали на момент отбора по формуле (1):

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

где A и A_0 – удельные активности ^{222}Rn в пробе (Бк/л) на момент измерения и на момент отбора соответственно; t – время между отбором и измерением, ч; λ – постоянная распада ^{222}Rn , $0,01089$ ч $^{-1}$.

Химический состав воды, включая концентрации урана и тория, определяли на масс-спектрометре NexION 350 (Perkin Elmer, США) без предварительной пробоподготовки. Обработку первичных результатов анализа осуществляли с помощью прикладного программного пакета TotalQuant. Относительная погрешность определения концентраций химических элементов не превышала 5 %. Активности ^{238}U и ^{232}Th в воде вычисляли, исходя из их концентраций по формуле (2):

$$A = \frac{m}{M} \cdot N_A \cdot \frac{\ln 2}{T_{1/2}}, \quad (2)$$

где m – масса радионуклида, г; M – молярная масса, г/моль; N_A – число Авогадро, моль $^{-1}$; $T_{1/2}$ – период полураспада, с.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

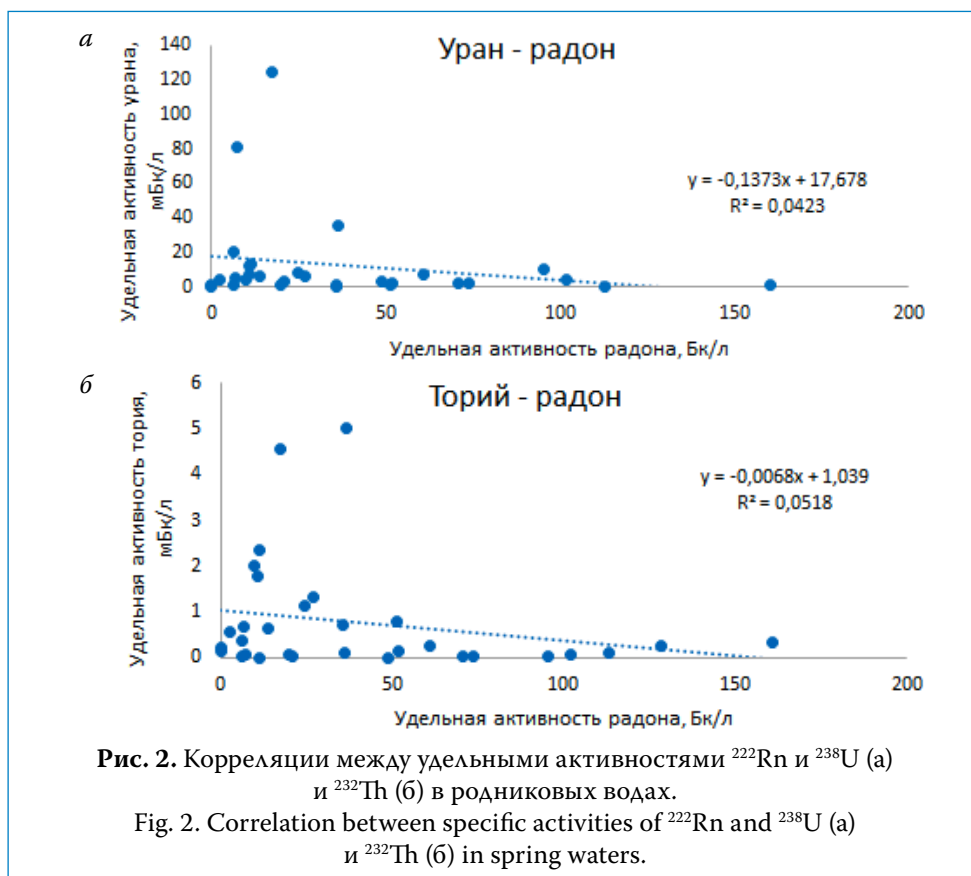
В табл. 2 приведены удельные активности радона-222, урана-238 и тория-232 в родниках Екатеринбурга и Свердловской области. Согласно НРБ-99/2009 [15], уровни вмешательства для ^{222}Rn , ^{238}U и ^{232}Th в питьевой воде составляют соответственно 60, 3,0 и 0,6 Бк/л. Из табл. 2 следует, что удельные активности урана и тория не превышали установленных норм во всех родниках. Максимальная активность ^{238}U составила 0,124 Бк/л (0,041 от уровня вмешательства), а ^{232}Th – 0,005 Бк/л (0,008 от уровня вмешательства). В то же время активность радона в семи родниках оказалась выше уровня вмешательства, при этом максимальное значение удельной активности было зафиксировано в роднике Павловский (А16) – 161 Бк/л. Таким образом, 22 % родников не соответствуют санитарным требованиям по радиационному показателю.

Ранее показано наличие корреляций между активностями изотопов ^{222}Rn и ^{226}Ra в природных подземных водах [16], поэтому в рамках данного исследования было интересно проверить наличие таких корреляций между другими природными радионуклидами. На рис. 2 приведены графики корреляций между удельными активностями радона, урана и тория в водах из родников Свердловской области, построенные на основании полученных данных. Полное отсутствие корреляций между удельными активностями радона и тория объясняется отсутствием генетической связи между данными радионуклидами. Несмотря на то что ^{222}Rn является до-

Таблица 2. Удельные активности природных радионуклидов в родниках Екатеринбурга и Свердловской области
 Table 2. Specific activities of natural radionuclides in springs of Ekaterinburg and Sverdlovsk Oblast

| Источник | Удельная активность ^{222}Rn , Бк/л | Удельная активность ^{238}U , мБк/л | Удельная активность ^{232}Th , мБк/л |
|----------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| A1 | 14,1 | 6,2 | 0,62 |
| A2 | 73,7 | 2,1 | 0,02 |
| A3 | 60,9 | 7,2 | 0,24 |
| A4 | 102 | 4,1 | 0,06 |
| A5 | 52,1 | 2,3 | 0,13 |
| A6 | 11,1 | 7,0 | 0,00 |
| A7 | 51,3 | 1,1 | 0,78 |
| A8 | 6,2 | 20,2 | 0,01 |
| A9 | 95,5 | 10,4 | 0,02 |
| A10 | 19,9 | 1,5 | 0,06 |
| A11 | 70,7 | 2,7 | 0,04 |
| A12 | 36,0 | 1,7 | 0,09 |
| A13 | 35,9 | 0,8 | 0,69 |
| A14 | 9,8 | 4,7 | 2,00 |
| A15 | 10,9 | 12,4 | 1,78 |
| A16 | 161 | 1,3 | 0,34 |
| A17 | 11,4 | 13,1 | 2,35 |
| A18 | 6,8 | 5,7 | 0,69 |
| A19 | 26,8 | 6,8 | 1,32 |
| A20 | 2,4 | 4,6 | 0,57 |
| Б1 | 48,6 | 3,6 | 0,00 |
| Б2 | 17,2 | 124,1 | 4,58 |
| Б3 | 20,9 | 3,8 | 0,01 |
| Б4 | 36,6 | 35,2 | 5,00 |
| Б5 | 6,1 | 1,5 | 0,36 |
| Б6 | 7,4 | 81,2 | 0,06 |
| Б7 | 24,7 | 8,1 | 1,13 |
| Б8 | 113 | 0,2 | 0,09 |
| Б9 | < 5 | 0,4 | 0,14 |
| Б10 | < 5 | 0,8 | 0,23 |
| Б11 | 11 | 1,3 | 0,19 |

черным продуктом распада ^{238}U , между активностями этих радионуклидов также практически не наблюдалось корреляций. Этот факт можно, скорее всего, объяснить тем, что, во-первых, уран является менее выщелачиваемым элементом по сравнению с радием и тем более радоном, во-вторых, уран – элемент с переменной валентностью, его выщелачивание из минералов зависит от степени окисления в минерале: четырехвалентный уран выщелачивается значительно хуже, чем шестивалентный. Таким образом, водная миграция радона и радия происходит легче и связана с меньшим количеством влияющих факторов, чем водная миграция урана, что и приводит к столь слабой корреляции между удельными активностями ^{222}Rn и ^{238}U в родниковых водах.



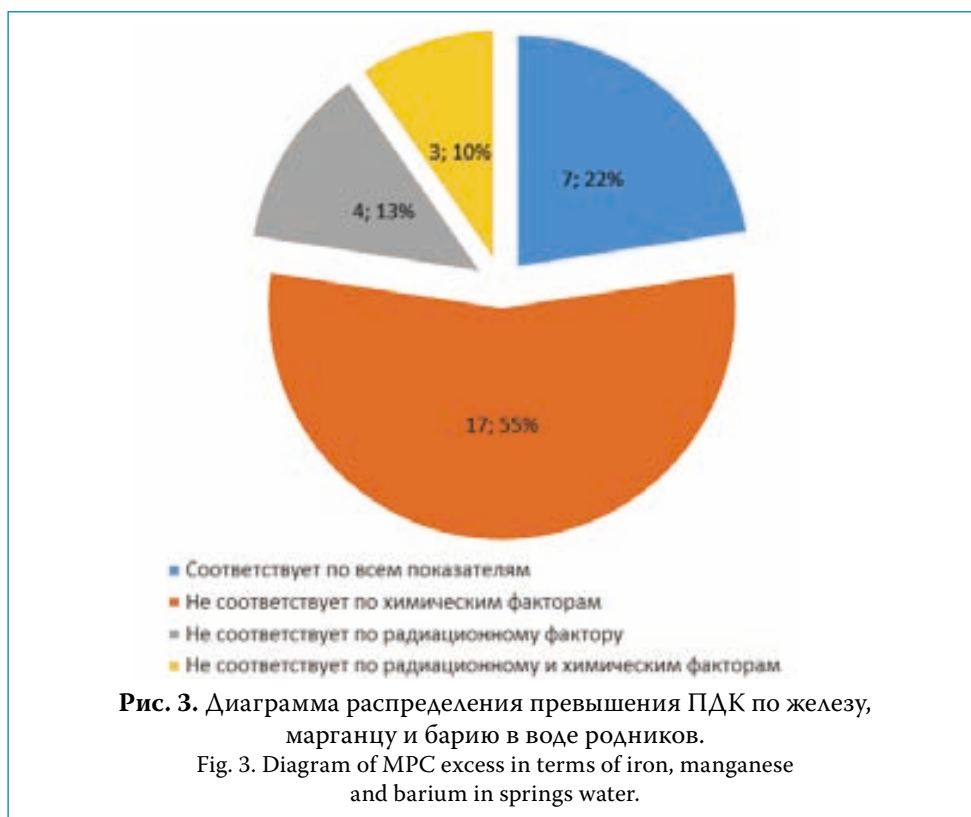
Помимо радионуклидов в природных водах также могут присутствовать химические загрязняющие вещества. В табл. 3 и на рис. 3 представлены сведения о химических загрязнителях в родниках Екатеринбурга и Сверд-

ловской области. Нормативы на содержание химических веществ взяты из СанПиНа 2.1.4.1074-01 [17], т. к. СанПиН 2.1.4.1175-02 [18] не устанавливает требований по содержанию тяжелых и цветных металлов.

Таблица 3. Результаты определения химических поллютантов в родниках Екатеринбурга и Свердловской области
Table 3. Results of the chemical pollutants determination in springs of Ekaterinburg and Sverdlovsk Oblast

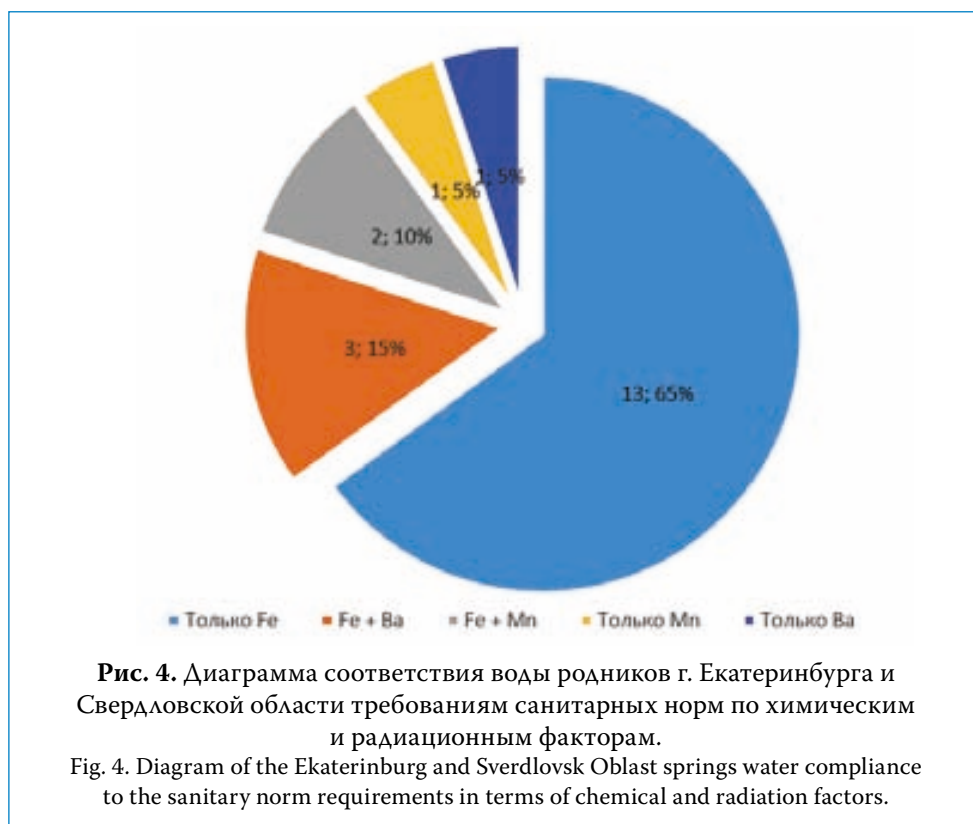
| Показатель | ПДК по СанПиН 2.1.4.1074-01 | Количество родников с превышением по данному показателю | Максимальная зафиксированная доля от ПДК | Родник с максимальным содержанием элемента |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Жесткость общая, мг-экв/л | 7 | – | 0,848 | A20 |
| Be, мкг/л | 0,2 | – | 0,869 | B8 |
| B, мкг/л | 500 | – | 0,528 | B5 |
| Al, мкг/л | 500 | – | 0,127 | A16 |
| Cr, мкг/л | 50 | – | 0,233 | A1 |
| Mn, мкг/л | 100 | 3 | 3,73 | B3 |
| Fe, мкг/л | 300 | 18 | 3,69 | B4 |
| Ni, мкг/л | 100 | – | 0,422 | A6 |
| Cu, мкг/л | 1000 | – | 0,081 | B4 |
| Zn, мкг/л | 5000 | – | 0,016 | B10 |
| As, мкг/л | 50 | – | 0,166 | A14 |
| Se, мкг/л | 10 | – | 0,537 | B11 |
| Sr, мкг/л | 7000 | – | 0,137 | A1 |
| Mo, мкг/л | 250 | – | 0,013 | B4 |
| Cd, мкг/л | 1 | – | 0,125 | A1 |
| Ba, мкг/л | 100 | 4 | 8,78 | A1 |
| Hg, мкг/л | 0,5 | – | 0,264 | A19 |
| Pb, мкг/л | 30 | – | 0,032 | B4 |

Результаты определения химических загрязняющих веществ в родниках показали, что наиболее часто наблюдается превышение ПДК по железу – 18 проб из 31 не соответствовали нормативам по данному показателю. Помимо железа наблюдалось превышение ПДК по барии (4 пробы) и марганцу (3 пробы). При этом следует отметить, что по железу и марганцу ПДК установлены по органолептическому лимитирующему фактору, т. е. превышение по этим двум элементам неблагоприятно сказывается на вкусовых качествах воды, в то время как по барии ПДК установлена, исходя из токсикологического фактора, негативно отражающегося на здоровье человека.



Среди прочих химических поллютантов наименее проблемными были медь, цинк, молибден и свинец: концентрации данных элементов во всех родниках не превышали сотых долей ПДК. Также отмечено, что в двух родниках наблюдались максимальные концентрации сразу нескольких элементов: хрома, стронция, кадмия и бария (8,78 ПДК) в роднике Европа-Азия (А1); а также железа (3,69 ПДК), меди, молибдена и свинца в роднике в с. Чусовое.

На рис. 4 представлена сводная диаграмма соответствия воды родников г. Екатеринбурга и Свердловской области требованиям санитарных норм. Только в 7 из 31 обследованного родника (22 %) вода полностью соответствует всем требованиям санитарных норм, предъявляемых к питьевой воде как по химическому, так и по радиационному фактору. К данной категории относятся три родника г. Екатеринбурга – Серебряный ключ (А6), Медвежья слеза (А12) и Калиновские (А16), а также четыре родника Свердловской области – Б1, Б8, Б9 и Б11. В трех случаях (А2, А3 и А9) одновременно зафиксировано превышение норм по радону и железу.



ВЫВОДЫ

В рамках представленной работы определено содержание природных радионуклидов и химических загрязнителей в 20 родниках г. Екатеринбурга и 11 родниках Свердловской области. Установлено, что только в 7 родниках вода полностью соответствует требованиям санитарных норм, предъявляемых к питьевой воде как по химическому, так и по радиационному фактору.

Удельные активности ^{238}U и ^{232}Th не превышали установленных норм во всех обследованных родниках, тогда как в семи родниках зафиксировано превышение уровня вмешательства по ^{222}Rn . При этом отмечено отсутствие корреляций между удельными активностями радона, урана и тория в родниковых водах. В большинстве обследованных родников (18 из 31) наблюдалось превышение ПДК по железу. Кроме того, в трех случаях выявлено превышение ПДК по марганцу, в четырех случаях – по барии.

Проведенные исследования подтвердили необходимость проверки качества питьевых вод во всех нецентрализованных источниках водоснабжения населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балабанов И.В., Смирнов С.А. 500 родников Подмосковья: родники и родниковые колодцы, родниковые ручьи, святые и освященные источники. М., 2010. 183 с.
2. Воронов А.Н. Родники Санкт-Петербурга и их химический состав // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 7. Геология. География. 2007. № 2. С. 44–49.
3. Семенова Н.М., Назаров А.Д., Сидорина Н.Г., Тишин П.А. Исследование и охрана радоновых источников в окрестностях г. Томска // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2016. Т. 327. № 7. С. 22–34.
4. Лукашевич О.Д., Чернышова А.А. Безопасность воды в родниках города Томска // XXI век. Техносферная безопасность. 2018. Т. 3. № 2 (10). С. 81–97.
5. Зуева Т.В., Китаев А.Б. Качество воды в родниках города Перми (по материалам 2002–2007 гг.) // Географический вестник. 2010. № 1 (12). С. 42–45.
6. Батраков Д.В., Гапонов Д.А. Радон в воде родников г. Ростова-на-Дону // Стратегия устойчивого развития регионов России. 2014. № 19. С. 82–85.
7. Ужахова Л.Я., Евлоева А.Я., Шадиева А.И., Дидигова Л.А., Саламов А.Х., Темирганов Б.А. Санитарно-химический анализ родниковых вод на примере республики Ингушетия // Фундаментальные исследования. 2012. № 9. С. 313–317.
8. Захарова И.К. Оценка качества родниковой воды села Лазарево Владимирской области // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2015. № 1 (23). С. 5–9.
9. Пушкарева М.В., Середин В.В., Лейбович Л.О., Чиркова А.А., Бахарев А.О. Инженерно-экологическая оценка территории запасов подземных вод в связи с разработкой нефтяных месторождений // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013. № 2. С. 9–13.
10. Идрисова Г.З., Сергеева И.В., Пономарева А.А., Сергеева Е.С., Шевченко Е.Н. Оценка экологического состояния родников западного Казахстана на основе гидрохимических и микробиологических показателей // Поволжский экологический журнал. 2019. № 2. С. 206–221.
11. Жинжакова Л.З., Воробьева Т.И., Чередник Е.А. Состав родниковых вод Кабардино-Балкарской республики // Водное хозяйство России. 2019. № 5. С. 40–48. DOI: 10.35567/1999-4508-2019-5-3.
12. Бактыбаева З.Б., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р., Даукаев Р.А., Аллаярова Г.Р. Эколого-гигиеническая оценка загрязнения поверхностных и подземных вод горнорудных территорий республики Башкортостан // Безопасность здоровья человека. 2017. № 1. С. 6–18.
13. Пындак В.И., Солодовников Ю.И. Радоновые родники в Жирновском районе Волгоградской области // Проблемы региональной экологии. 2006. № 1. С. 87–92.
14. Семеничев В.С., Бетенеков Н.Д., Никифоров А.Ф., Глазырин С.В., Томашова Л.А. Радон в подземных питьевых водах Свердловской области: определение активностей и методы удаления // Водное хозяйство России. 2017. № 2. С. 108–119. DOI: 10.35567/1999-4508-2017-2-8.

15. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)». М.: Энергоатомиздат, 2010. 222 с.
16. Семенищев В.С., Бетенеков Н.Д., Томашова Л.А. Определение ^{224}Ra и ^{226}Ra в питьевых водах // Вода: химия и экология. 2017. № 8 (110). С. 72–79.
17. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения»
18. СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников».

Для цитирования: Семенищев В.С., Титова С.М., Воронина А.В., *Определение качества воды в родниках Екатеринбурга и Свердловской области // Водное хозяйство России. 2020. № 5. С. 126–138.*

Сведения об авторах:

Семенищев Владимир Сергеевич, канд. хим. наук, доцент, кафедра радиохимии и прикладной экологии, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н.Ельцина», Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; e-mail: vovius82@mail.ru

Титова Светлана Михайловна, канд. техн. наук, ассистент, кафедра редких металлов и наноматериалов, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н.Ельцина», Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; e-mail: avotitms@mail.ru

Воронина Анна Владимировна, канд. хим. наук, доцент, заведующий кафедрой, кафедра радиохимии и прикладной экологии, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н.Ельцина», Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; e-mail: av.voronina@mail.ru

DETERMINATION OF WATER QUALITY IN SPRINGS OF EKATERINBURG CITY AND SVERDLOVSK OBLAST

Vladimir S. Semenishchev, Svetlana M. Titova, Anna V. Voronina

E-mail: vovius82@mail.ru

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Abstract: This article reported a study of water quality in 31 springs of the city of Ekaterinburg and the Sverdlovsk Oblast. We determined that water in only 7 springs (22%) fully met the requirements of sanitary norms from the point of view of content of chemical and radioactive pollutants. In 17 cases, water did not meet the requirements of the norms for the chemical factor, in 4 cases – for the radiation factor, and in 3 cases – for both the chemical and radiation factors. Among the natural radionuclides, only ^{222}Rn showed levels higher than intervention level (60 Bq/L); the maximum activity concentration of radon was found to be 161 Bq / l (Pavlovsky spring). At the same time, activity concentrations of uranium and thorium did not exceed the level of intervention. A detailed analysis of the content of natural radionuclides showed the absence of correlations between the activity concentrations of radon, uranium and thorium in spring waters.

Inconsistency of spring waters with sanitary standards for chemical factors in the vast majority of cases was associated with excess MPC for iron. Also, in a number of samples, an excess of the MPC for manganese and barium was found, while in the spring Europe-Asia (Yekaterinburg) an almost 9-fold excess of the MPC for barium was found.

Key words: radon, springs, heavy metals, drinking water.

Financing: The study has been done with financial support of RFFR (Russian Fund for Fundamental Researches) and the Sverdlovsk Oblast Government within the framework of scientific project No. 20-43-660055.

About the authors:

Vladimir S. Semenishchev, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Ural Federal University Chair of Radiochemistry and Applied Ecology, ul. Mira, 19, Ekaterinburg, 620002, Russia; vovius82@mail.ru

Svetlana M. Titova, Candidate of Technical Sciences, Assistant Lecturer, Ural Federal University Chair of Rare Metals and Nano/materials, ul. Mira, 19, Ekaterinburg, 620002, Russia; e-mail: avotitms@mail.ru

Anna V. Voronina, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Head of Ural Federal University Chair of Radiochemistry and Applied Ecology, ul. Mira, 19, Ekaterinburg, 620002, Russia; e-mail: av.voronina@mail.ru

For citation: *Semenishchev V.S., Titova S.M., Voronina A.V. Determination of Water Quality in Springs of Ekaterinburg and Sverdlovsk Oblast // Water Sector of Russia. 2020 No. 5. P. 126–138.*

REFERENCES

1. *Balabanov I.V., Smirnov S.A.* 500 rodnikov Podmoskovyya: rodniki i rodnikoviye kolodtsy, rodnikoviye ruchyi, svyatiye i osvyashchenniye istochniki [500 springs of Moscow Region: springs and spring wells, spring brooks, holy and consecrated sources]. M., 2010. 183 p.
2. *Voronov A.N.* Rodniki Sankt-Peterburga i ikh khimicheskiy sostav [Springs of Saint-Petersburg and their chemical composition] // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ser. 7. Geologiya. Geografiya. 2007. No. 2. Pp. 44–49.
3. *Semenova N.M., Nazarov A.D., Sidorina N.G., Tishin P.A.* Issledovaniye i okhrana radonovykh istochnikov v okrestnostyakh g. Tomsk [Studies and protection of radon sources in the Tomsk city outskirts] // Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov. 2016. Vol. 327. No. 7. Pp. 22–34.
4. *Lukashevich O.D., Chernyshova A.A.* Bezopasnost vody v rodnikakh goroda Tomsk [Water safety in the Tomsk springs] // XXI vek. Tekhnosfernaya bezopasnost. 2018. Vol. 3. No. 2 (10). Pp. 81–97.
5. *Zuyeva T.V., Kitayev A.B.* Kachestvo vody v rodnikakh goroda Permi (g) vfnthbtkfv 2002 – 2007 gg.) [Water quality in the Perm springs (according to the 2002–2007 data)] // Geograficheskiy vestnik. 2010. No. 1 (12). Pp. 42–45.
6. *Batrkov D.V., Gaponov D.A.* Radon v vode rodnikov g. Rostova-na-Donu [Radon in spring water in Rostov-na-Donu] // Strategiya ustoychivogo razvitiya regionov Rossii. 2014. No. 19. Pp. 82–85.
7. *Uzhakhova L.Y., Yevloyeva A.Y., Shadiyeva A.I., Didigova L.A., Salamov A.K., Temirkhanov B.A.* Sanitarно-khimicheskiy analiz rodnikovykh vod na priverie respubliki Ingushetiya [Sanitary/chemical analysis of spring water with the Republic of Ingushetiya as a study case] // Fundamentalniye issledovaniya. 2012. No 9. Pp. 313–317.

8. *Zakharova I.K.* Otsenka kachestva rodnikovoy vody sela Lazarevo Vladimirskoy iblasti [The spring water quality assessment in the village of Lazarevo, Vladimir Oblast] // *Mashinostroyeniye i bezopasnost zhiznedeyatelnosti*. 2015. No. 1 (23). Pp. 5–9.
9. *Pushkareva M.V., Seredin V.V., Leybovich L.O., Chirkova A.A., Bakharev A.O.* Inzhenerno-ekologicheskaya otsenka territoriyi zapasov podzemnykh vod v svyazi s razrabotkoy neftyanykh mestorozhdeniy [Engineering/ecological assessment of the groundwater resources territories in connection with oil deposits development] // *Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse*. 2013. No. 2. Pp. 9–13.
10. *Idrisova G.Z., Sergeyeva I.V., Ponomareva A.L., Sergeyeva Y.S., Shevchenko Y.N.* Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya rodnikov zapadnogo Kazakhstana na osnove gidrokhimicheskikh i mikrobiologicheskikh pokazateley [The West Kazakhstan springs ecological status assessment based on hydro/chemical and micro/biological indicators] // *Povolzhskiy ekologicheskij zhurnal*. 2019. No. 2. Pp. 206–221.
11. *Zhinzhakova L.Z., Vorobyeva T.I., Cherednik Y.A.* Sostav rodnikovykh vod Kabardino-Balkarskoy respubliki [The Kabardino-Balkaria Republic spring water composition] // *Water Sector of Russia*. 2019. No. 5. Pp. 40–48. DOI: 10.35567/1999-4508-2019-5-3.
12. *Baktybayeva Z.B., Suleymanov R.A., Valeyev T.K., Rakhmatullin N.R., Daukayev R.A., Allayarova G.R.* Ekologo-gigienicheskaya otsenka zagryazneniya poverkhnostnykh i podzemnykh vod gornorudnykh territoriy respubliki Bashkortostan [Ecological/hygienic assessment of surface water and groundwater of the Republic of Bashkortostan ore-mining territories] // *Bezopasnost zdorovya cheloveka*. 2017. No.1. Pp. 6–18.
13. *Pyndak V.I., Solodovnikov Y.I.* Radonoviye rodniki v Zhirnovskom rayone Volgogradskoy oblasti [Radon springs in Volgograd Oblast Zhirnovski Rayon] // *Problemy regionalnoy ekologiyi*. 2006. No. 1. Pp. 87–92.
14. *Semenishchev V.S., Betenkov N.D., Nikiforov A.F., Glazyrin S.V., Tomasheva L.A.* Radon v podzemnykh pityevykh vodakh Sverdlovskoy oblasti: opredeleniye aktivnostey i metody udaleniya [Radon in the Sverdlovsk Oblast drinking groundwater: determination of activities and methods of removing] // *Water Sector of Russia*. 2017. No. 2. Pp. 108–119. DOI: 10.35567/1999-4508-2017-2-8.
15. SanPiN 2.6.1.2523-09 «Normy radiatsionnoy bezopasnosti (NRB-99/2009)» [«Radiation safety norms (NRB-99/2009)»]. M.: Energoatomizdat, 2010. 222 p.
16. *Semenishchev V.S., Betenkov N.D., Tomasheva L.A.* Opredeleniye 224Ra i 226Ra v pityevykh vodakh [Determination of 224Ra and 226Ra in drinking water] // *Voda: khimiya i ekologiya*. 2017. No. 8 (110). Pp. 72–79.
17. SanPiN 2.1.4.1074-01 “Pityevaya voda. Gigiyenicheskiye trebovaniya k kachestvu vody tsentralizovannykh system pityevogo vodosnabzheniya. Kontrol kachestva. Gigiyenicheskiye trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti system goryachego vodosnabzheniya” [«Drinking water. Hygienic requirements to water quality of centralized water supply system. Quality control. Hygienic requirements to provision of the hot water supply systems safety»].
18. SanPiN 2.1.4.1175-02 «Gigiyenicheskiye trebovaniya k kachestvu vody netsentralizovannogo vodosnabzheniya. Sanitarnaya okhrana istochnikov» [«Hygienic requirements to water quality of non-centralized water supply system. Sanitary protection of sources»].