

УДК 546:556

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДОНА-222 В ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКАХ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В ОКРЕСТНОСТЯХ ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА

© 2014 г. **В.С. Семенищев, А.В. Воронина, А.Ф. Никифоров**
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург

Ключевые слова: радон, радиационная нагрузка, родники, питьевая вода.



В.С. Семенищев



А.В. Воронина



А.Ф. Никифоров

Проведен анализ удельной активности ^{222}Rn в воде трех родников, расположенных в западных окрестностях г. Екатеринбурга, из скважины, являющейся основным источником питьевой воды в пос. Палкинский торфяник, а также в водопроводной воде г. Екатеринбурга. Выполнена оценка колебаний содержания радона в период с января по ноябрь 2013 года в воде одного из исследуемых родников.

В связи с постоянно возрастающей антропогенной нагрузкой на биосферу в целом и водные ресурсы в частности качество воды, используемой населением для бытового и питьевого водоснабжения, становится все более низким. Наиболее подвержены загрязнению поверхностные воды (реки, озера и т. д.), которые служат первичными источниками централизованного водоснабжения. Так, по данным [1] качество воды бассейнов наиболее крупных рек Свердловской области – Исети, Пышмы, Туры, Тавды, Чусовой, Уфы – по значению удельного комбинаторного индекса загрязненности воды варьирует в подавляющем большинстве случаев от класса 4А («грязная») до класса 4Г («очень грязная»). Из-за низкого качества воды централизованных источников водоснабжения в большинстве населенных пунктов значительная

Водное хозяйство России № 4, 2014

Водное хозяйство России

часть населения использует альтернативные источники питьевой воды. Наиболее популярны покупка бутилированной воды (как правило, это либо очищенная и кондиционированная вода централизованного источника водоснабжения, либо подземная вода из скважин и родников) и самостоятельный отбор воды подземных горизонтов из скважин и родников. При этом широко распространено мнение, что подземная вода априори чистая и не содержит каких-либо загрязнителей.

Между тем подземная вода, просачиваясь сквозь горные породы, неизбежно насыщается содержащимися в них химическими элементами и в итоге является носителем как химических (в основном алюминий и железо), так и радиоактивных поллютантов. Среди радионуклидов природного происхождения, часто содержащихся в природных водах, наибольший вклад в дозовую нагрузку населения вносят радионуклиды естественных радиоактивных семейств урана и тория, в первую очередь ^{222}Rn , в меньшей степени ^{226}Ra . К примеру, вклад от радона в среднюю годовую дозу облучения населения в Свердловской области составляет 75–80 %, в то время как вклад техногенного облучения не более 0,01 % [1]. Усугубляет ситуацию наличие на Урале значительного количества так называемых «радоновых аномалий» – территорий с повышенным содержанием радона в воде и воздухе по причине присутствия горных пород с повышенным содержанием урана.

Согласно НРБ-99/2009, уровень вмешательства для ^{222}Rn в питьевой воде составляет 60 Бк/кг. Определение удельной активности ^{222}Rn в питьевой воде из подземных источников является обязательным [2]. Между тем источники несанкционированного сбора питьевой воды, в т. ч. индивидуальные и коллективные скважины и родники, далеко не всегда подвергаются мониторингу по этому фактору.

В данной работе проведен анализ удельной активности радона в трех пунктах отбора подземной питьевой воды в западных окрестностях г. Екатеринбурга, рекомендованных жителям официальным городским порталом [3]: «Родник Памяти» (самоизливающаяся скважина, 12 км старого Московского тракта), «Родник Московский» (14 км старого Московского тракта) и родник «Серебряный ключ» (4 км Чусовского тракта, на территории садового товарищества). Кроме того, определено содержание радона в воде из скважины, являющейся основным источником питьевой воды коллективного пользования в пос. Палкинский торфяник (Верх-Исетский район), а также в водопроводной воде г. Екатеринбурга (Верх-Исетский район, Ботанический микрорайон). В роднике Памяти осуществлен мониторинг колебаний содержания радона в период с января по ноябрь 2013 г.

Приборы и методы измерения

Для анализа содержания радона пробы воды объемом не менее 1 л отбирали в герметичные емкости, после чего выдерживали в течение 1–2 сут для установления радиоактивного равновесия радона с короткоживущими дочерними радионуклидами (^{218}Po , ^{218}At , ^{214}Pb и ^{214}Bi). Активность проб измеряли на низкофоновом гамма-спектрометре с детектором из особо чистого германия «GEM50-P4», а также на сцинтиляционном гамма-бета-спектрометре «Атомтех МКС-1315 АТ» по линии равновесного дочернего гамма-излучающего изотопа ^{214}Bi (энергия – 608 кэВ, выход гамма-квантов – 43 % [4]) в стандартной геометрии Маринелли (1 л) непосредственно без пробоподготовки. Эффективность регистрации для ^{214}Bi определяли путем измерения в той же геометрии пробы воды, содержащей известную активность ^{137}Cs с близкой энергией гамма-излучения (662 кэВ). Типичные гамма-спектры воды представлены на рис. 1.

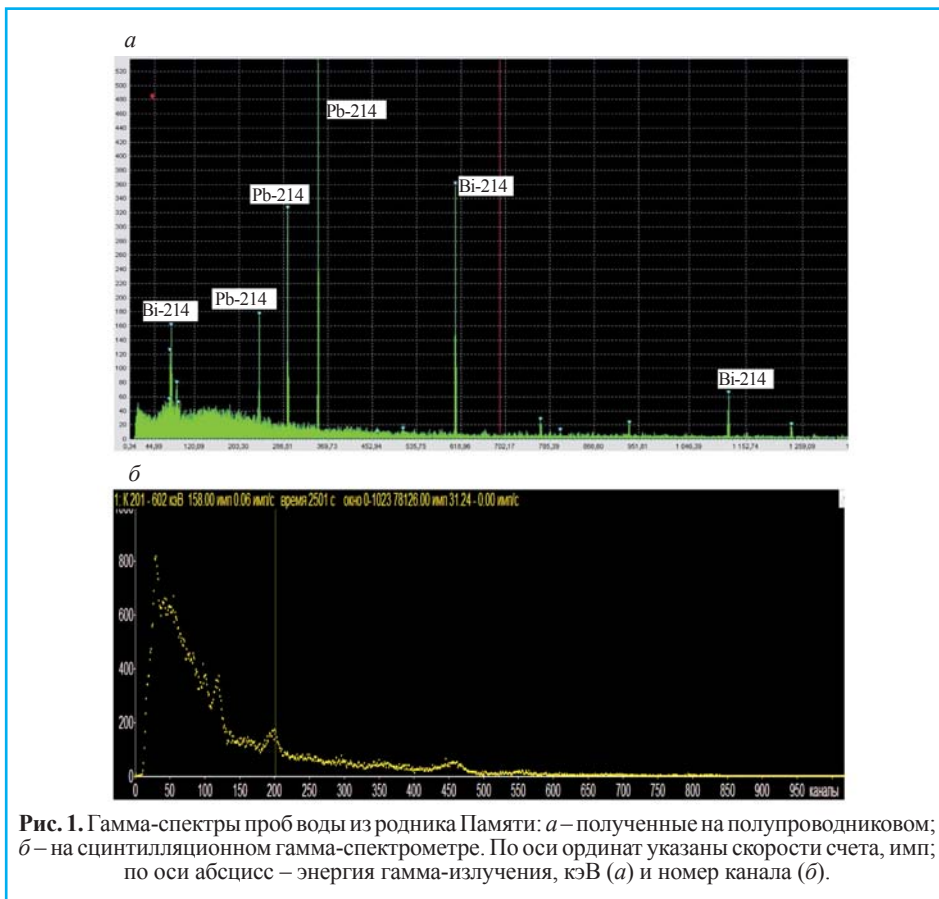


Рис. 1. Гамма-спектры проб воды из родника Памяти: *a* – полученные на полупроводниковом; *б* – на сцинтиляционном гамма-спектрометре. По оси ординат указаны скорости счета, имп/с; по оси абсцисс – энергия гамма-излучения, кэВ (*a*) и номер канала (*б*).

Результаты и обсуждение

Результаты определения удельной активности ^{222}Rn в подземных водах и водопроводной воде г. Екатеринбурга представлены в таблице.

Исследование воды родников и скважины в г. Екатеринбурге показало, что вода в роднике Памяти не удовлетворяет требованиям по содержанию радона, установленным для питьевой воды в НРБ-99/2009 [2] (60 Бк/л), следовательно, эта вода непригодна для питьевых целей. Тем не менее на данном роднике происходит массовый неконтролируемый отбор воды населением.

В остальных исследованных подземных водах удельная активность радона не превышает предельные нормативы, установленные для питьевой воды в НРБ-99/2009, однако значительно выше средней удельной активности радона в поверхностных водах (не более 0,5 Бк/л для пресных вод и не более 0,05 Бк/л для океанической воды [5]).

Как следует из таблицы, наибольшая удельная активность радона наблюдалась в воде родника Памяти, где она заметно превышала предельно допустимую активность. В данном роднике осуществлен мониторинг колебаний содержания радона в период с января по ноябрь 2013 г. Расход воды в роднике имеет явно выраженную зависимость от сезона и составляет от 8–9 л/мин зимой до 25–30 л/мин весной и летом. Было сделано предположение, что при постоянной скорости образования радона в урансодержащих породах, в весенне-летний период может происходить разбавление и снижение удельной активности радона в воде родника за счет большего водоразбора и уменьшения времени контакта воды с урансодержащими породами. Результаты мониторинга представлены на рис. 2.

Результаты мониторинга показали, что в течение всего года удельная активность радона в воде слабо зависит от сезона и составляет в среднем 93 Бк/л. При этом, вопреки ожиданиям, удельная активность радона

Таблица. Результаты определения удельной активности ^{222}Rn в подземных водах и водопроводной воде г. Екатеринбурга, ноябрь-декабрь 2012 г.

№, п/п	Источник	Дата отбора пробы	Удельная активность радона, Бк/л
1	Родник Памяти	18.11.2012	89,6±2,7
		16.12.2012	77,0±4,0
2	Родник Московский	18.11.2012	58,3±1,7
3	Родник «Серебряный ключ»	18.11.2012	15,1±0,5
4	Скважина, пос. Палкинский торфяник	02.12.2012	21,4±0,6
5	Водопроводная вода, мкр-н Ботанический	02.12.2012	6,0±0,2

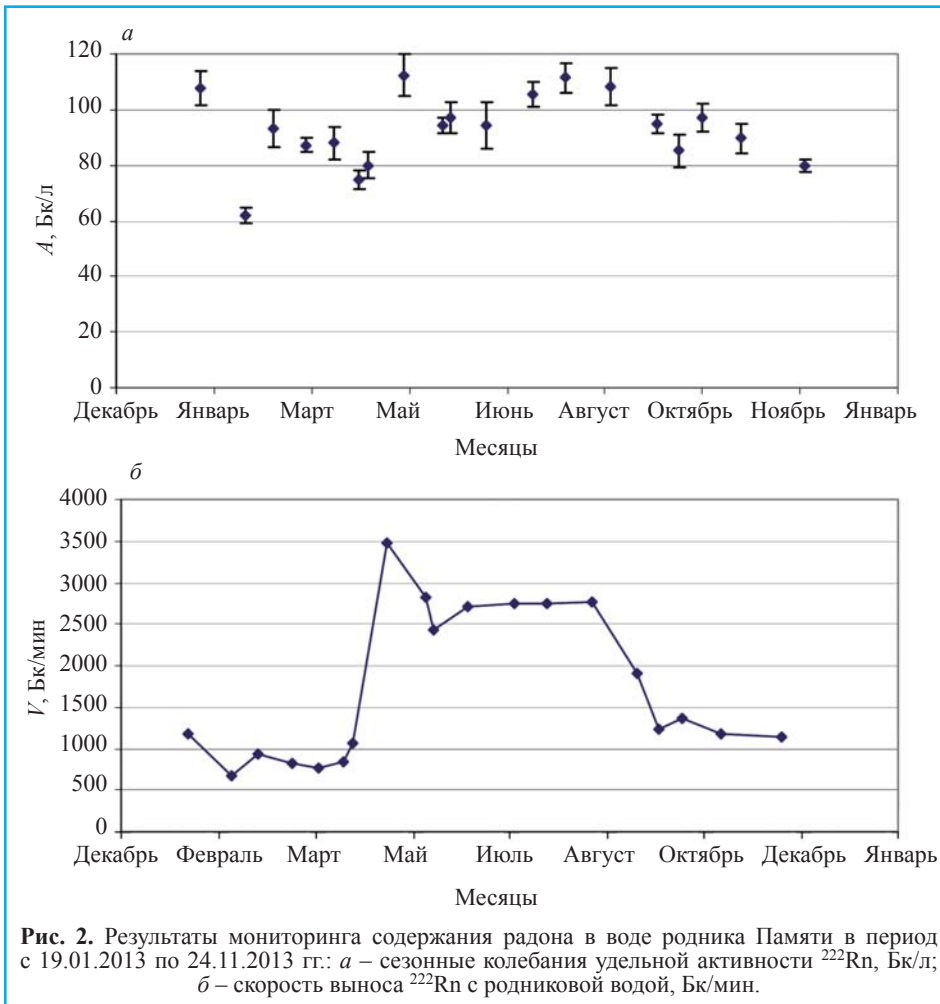


Рис. 2. Результаты мониторинга содержания радона в воде родника Памяти в период с 19.01.2013 по 24.11.2013 гг.: а – сезонные колебания удельной активности ^{222}Rn , Бк/л; б – скорость выноса ^{222}Rn с родниковой водой, Бк/мин.

оказалась незначительно выше в летние месяцы и превышала установленные нормативы весь год. Тот факт, что вынос радона с родниковой водой зимой в среднем в 2–3 раза ниже, чем летом, можно объяснить замедлением миграции радона с водой при понижении температуры, благодаря чему большая часть радона успевает распасться до выхода на поверхность земли.

Критическим путем облучения человека содержащимся в питьевой воде ^{222}Rn является переход радона в воздух помещения и последующее ингаляционное поступление дочерних продуктов радона в организм. Экспериментально показано, что при кипячении воды, содержащей радон, в атмосферу переходит практически весь радон (не менее 95 %).

Для снижения радиационной нагрузки рекомендуется либо кипячение воды под вытяжкой, либо выдержка воды в герметично закрытой таре для распада радона до допустимого уровня. При выдержке воды в ней будет накапливаться один из продуктов распада ^{222}Rn – долгоживущий изотоп ^{210}Pb , период полураспада которого составляет 22 года. Было рассчитано, что при полном распаде радона в воде, изначально содержащей 100 Бк/л, накопится 0,05 Бк/л ^{210}Pb , что не превышает допустимого уровня вмешательства (1 Бк/л [2]).

Радон может поступать в воду как индивидуально, в результате его растворения в подземных водах, омывающих урансодержащие минералы, так и за счет накопления при распаде ^{226}Ra , материнского радионуклида для радона, содержащегося в воде. Радий может выщелачиваться в подземные воды из урансодержащих минералов. Поэтому в загрязненных радоном водах целесообразно также определять удельную активность ^{226}Ra , максимально допустимое значение которого для питьевой воды составляет 0,2 Бк/л [2].

Проведенный анализ удельной активности радона в четырех пунктах отбора подземной питьевой воды в западных окрестностях г. Екатеринбурга показал, что вода в роднике Памяти не удовлетворяет требованиям по содержанию радона, установленным для питьевой воды в НРБ-99/2009, и не пригодна для питьевых целей. Результаты мониторинга содержания радона в воде родника Памяти в течение 2013 г. показали, что удельная активность радона оказалась незначительно выше в летние месяцы и превышала установленные нормативы в течение всего года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения Свердловской области в 2007 году. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2008. 378 с.
2. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009. М.: Энергоатомиздат, 2010.
3. Родники. Официальный портал города Екатеринбурга: Режим доступа: <http://www.ekeburg.ru/health/ecology/springs/>
4. *Немец О.Ф., Гофман Ю.В.* Справочник по ядерной физике. Киев: Наукова думка, 1975. 415 с.
5. Радиоактивные беды Урала / В.И. Уткин, М.Я. Чеботина, А.В. Евстигнеев Едикин А.А., Рыбаков Е.Н., Трапезников А.В., Щапов В.А., Юрков А.К. Екатеринбург: УрО РАН, 2000. 94 с.

Сведения об авторах:

Семенищев Владимир Сергеевич, канд. хим. наук, старший преподаватель, кафедра радиохимии и прикладной экологии, Физико-технологический институт, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира 21; e-mail: vovius82@mail.ru

Воронина Анна Владимировна, канд. хим. наук, доцент, заведующая кафедрой радиохимии и прикладной экологии, Физико-технологический институт, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 21; e-mail: av.voronina@mail.ru

Никифоров Александр Федорович, д-р хим. наук, профессор, кафедра радиохимии и прикладной экологии, Физико-технологический институт, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира 21; e-mail: av.voronina@mail.ru