

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ В РОДНИКАХ Г. ЕКАТЕРИНБУРГА И СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Насонова Ю.И., Семенищев В.С.*

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия  
[july.nasonova@yandex.ru](mailto:july.nasonova@yandex.ru) [vovius82@mail.ru](mailto:vovius82@mail.ru)

**Аннотация.** Несмотря на развитие централизованных систем водоснабжения, родники остаются важным источником питьевой воды. В работе представлены результаты исследования качества воды в родниках г. Екатеринбурга и его окрестностей по радиационному фактору. Определена удельная активность радона-222 в воде 31 родника. В период 09.2020–09.2021гг. проведен мониторинг содержания радона-222 в семи родниках, в которых ранее было зафиксировано превышение уровня вмешательства по удельной активности радона.

**Ключевые слова:** радон-222, родник, качество воды, питьевая вода, мониторинг.

## THE STUDY OF WATER QUALITY IN THE SPRINGS OF YEKATERINBURG AND SVERDLOVSK REGION

*Nasonova Y., Semenischev V.*

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**Abstract.** Despite the development of centralized water supply systems, springs remain an important source of drinking water. The paper presents the results of a study of the quality of water in the springs of Yekaterinburg and its environs by the radiation factor. The specific activity of radon-222 in the water of 31 springs was determined. In the period 09.2020–09.2021. monitoring of the content of radon-222 in seven springs, in which an excess of the level of intervention in terms of specific activity of radon was previously recorded.

**Key words:** radon-222, spring, water quality, drinking water, monitoring.

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 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].

В данной работе была отобрана и проанализирована вода из 20 источников, расположенных на территории города Екатеринбурга (код А), а также из 11 источников, расположенных в Свердловской области за пределами города Екатеринбурга (код В). Расположение источников показано на рис. 1. Среди испытанных источников Свердловской области четыре источника (Б5, Б9 - В11) расположены в районе санатория Обуховское, одного из старейших курортов Среднего Урала с минеральными источниками.

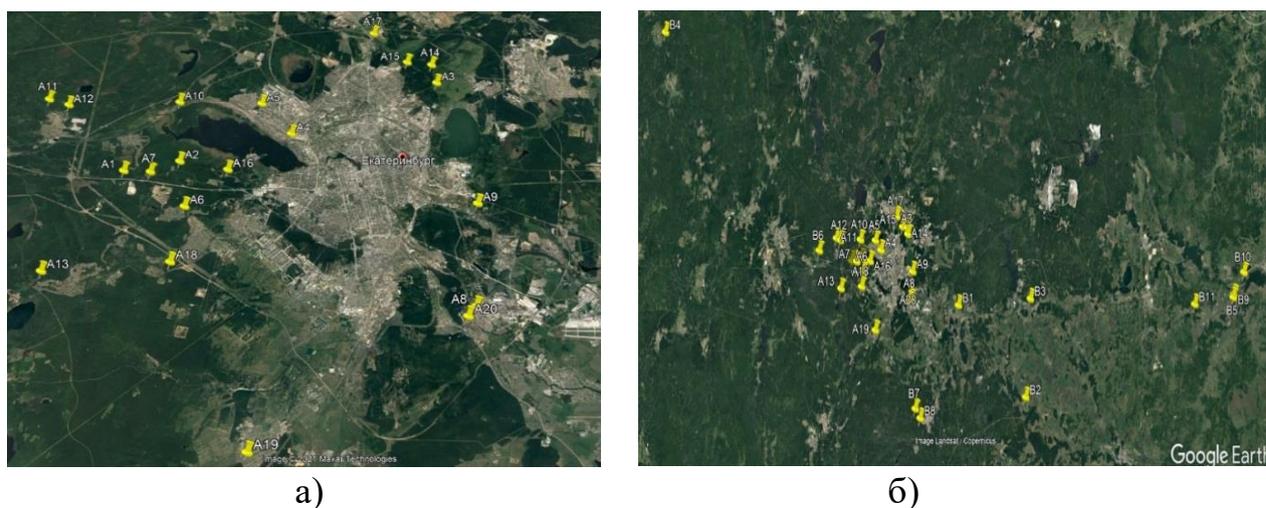


Рисунок 1 – Места отбора проб: а) в г. Екатеринбурга, б) г. Екатеринбург + Свердловская область

Пробы воды перед измерением выдерживали в герметичных полипропиленовых бутылках емкостью 1,5 – 5 л в течение как минимум 3 – 5 ч (как правило, 12 – 20 ч) для установления радиоактивного равновесия радона с короткоживущими дочерними радионуклидами ( $^{218}\text{Po}$ ,  $^{218}\text{At}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  и  $^{214}\text{Bi}$ ).

Активность радона в пробах измеряли на сцинтилляционном гамма-бета-спектрометре «Атомтех МКС-1315 АТ» по линии равновесного дочернего гамма-излучающего изотопа  $^{214}\text{Bi}$  ( $E = 609$  кэВ) (рис.2) в стандартной геометрии Маринелли (1 л) в течении 3000 секунд.

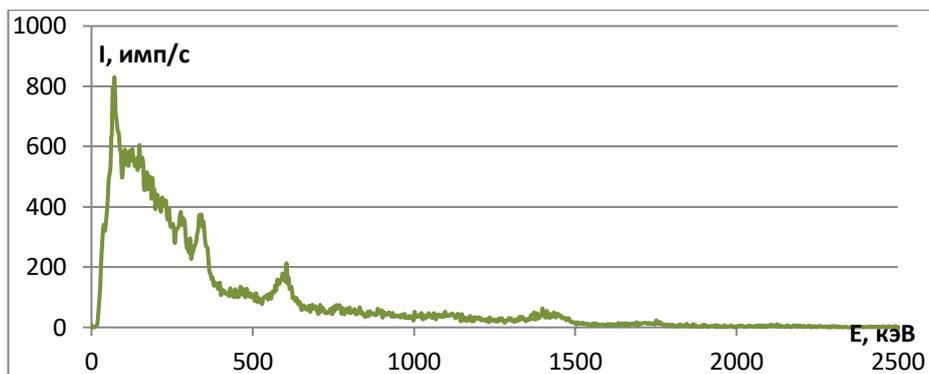


Рисунок 2 – Гамма спектр пробы воды из родника Памяти  
Активность на момент измерения рассчитывали по формуле (1):

$$A_0 = \frac{I}{K_{cr} \cdot W} \quad (1)$$

где  $A_0$  – удельная активность  $^{222}\text{Rn}$  в пробе (Бк/л) на момент измерения,  $I$  – скорость счета, имп/сек;  $K_{cr} = 0.02622$  имп/фотон для 1 л сосуда;  $W$  – выход гамма квантов, равный 0,43 фотон/распад.

Активности радона пересчитывали на момент отбора по формуле (2):

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad (2)$$

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

В таблице 1 приведены концентрации активности  $^{222}\text{Rn}$  в воде из родников Екатеринбурга и Свердловской области. Среди исследованных родников вода в семи не соответствовала российским требованиям по уровню вмешательства  $^{222}\text{Rn}$  в питьевой воде (60 Бк/л), а в трех из них был превышен рекомендованный ВОЗ уровень (100 Бк/л). Только четырнадцать источников отвечают самым строгим требованиям к питьевой воде. Максимальная удельная активность  $^{222}\text{Rn}$  (161 Бк/л) была обнаружена в роднике А16. Таким образом, вода из 22% родников оказалась непригодна для употребления в соответствии с российскими гигиеническими нормами.

Таблица 1 – Результаты определения  $^{222}\text{Rn}$  в родниках Екатеринбурга и Свердловской области

Код родника	Тип родника*	Дата отбора пробы	Удельная активность радионуклида	Годовая доза внутреннего облучения при употреблении воды за счет:
			$^{222}\text{Rn}$ , Бк/л	$^{222}\text{Rn}$ , мЗв
Родники г. Екатеринбурга				
А1	П	12.02.20	14,1	0,10
А2	П	12.02.20	<b>73,7</b>	0,54

A3	П	12.03.20	<b>60,9</b>	0,44
A4	П	19.03.20	<b>102</b>	0,74
A5	П	19.03.20	52,1	0,38
A6	П	26.03.20	11,1	0,08
A7	П	27.05.20	51,3	0,37
A8	П	02.06.20	6,2	0,05
A9	П	02.06.20	<b>95,5</b>	0,70
A10	3	02.06.20	19,9	0,15
A11	П	02.06.20	<b>70,7</b>	0,52
A12	П	02.06.20	36,0	0,26
A13	3	07.06.20	35,9	0,26
A14	3	07.06.20	9,8	0,07
A15	П	07.06.20	10,9	0,08
A16	П	09.06.20	<b>161</b>	<b>1,18</b>
A17	П	09.06.20	11,4	0,08
A18	П	09.06.20	6,8	0,05
A19	3	09.06.20	26,8	0,20
A20	П	09.06.20	2,4	0,02
Родники Свердловской области за пределами Екатеринбурга				
B1	П	01.03.20	48,6	0,35
B2	3	27.05.20	17,2	0,13
B3	П	31.05.20	20,9	0,15
B4	П	07.06.20	36,6	0,27
B5	П	08.06.20	6,1	0,04
B6	П	10.06.20	7,4	0,05
B7	П	22.06.20	<b>113</b>	0,82
B8	3	22.06.20	24,7	0,18
B9	3	22.06.20	< ПО	<0,02
B10	3	22.06.20	< ПО	<0,02
B11	П	22.06.20	11	0,08

В период с сентября 2020 по сентябрь 2021 года был проведен мониторинг содержания  $^{222}\text{Rn}$  в семи родниках, в которых по первоначальным данным было зафиксировано превышение по активности Rn.

На рис. 3 показаны временные колебания активности радона. С понижением температуры наблюдалось увеличение активности радона, это связано из-за высокой растворимости радона в низких температурах. В частности, в роднике Калиновский отмечено зимнее снижение активности радона до значений менее 60 Бк/л, а в роднике Северский сильные колебания в осенний период из-за особенностей данного родника – низкого дебета и наличия застойной зоны. С повышением температуры активность радона в родниках начала уменьшаться, но в родниках: Павловский и Поющий в мае активность увеличилась примерно на 10-20 Бк/л по сравнению с апрелем, а в роднике

Калиновский достигла допустимого уровня вмешательства 59 Бк/л. В роднике Потопаевский с июля месяца активность радона стала снижаться и в сентябре достигла допустимого уровня.

В целом, по результатам мониторинга можно отметить достаточно сильные сезонные колебания содержания радона в воде родников, поэтому точечное однократное измерение удельной активности радона может привести к некорректной оценке пригодности данной воды для употребления. Таким образом, можно рекомендовать проводить систематическую регулярную оценку качества природных вод по данному фактору.

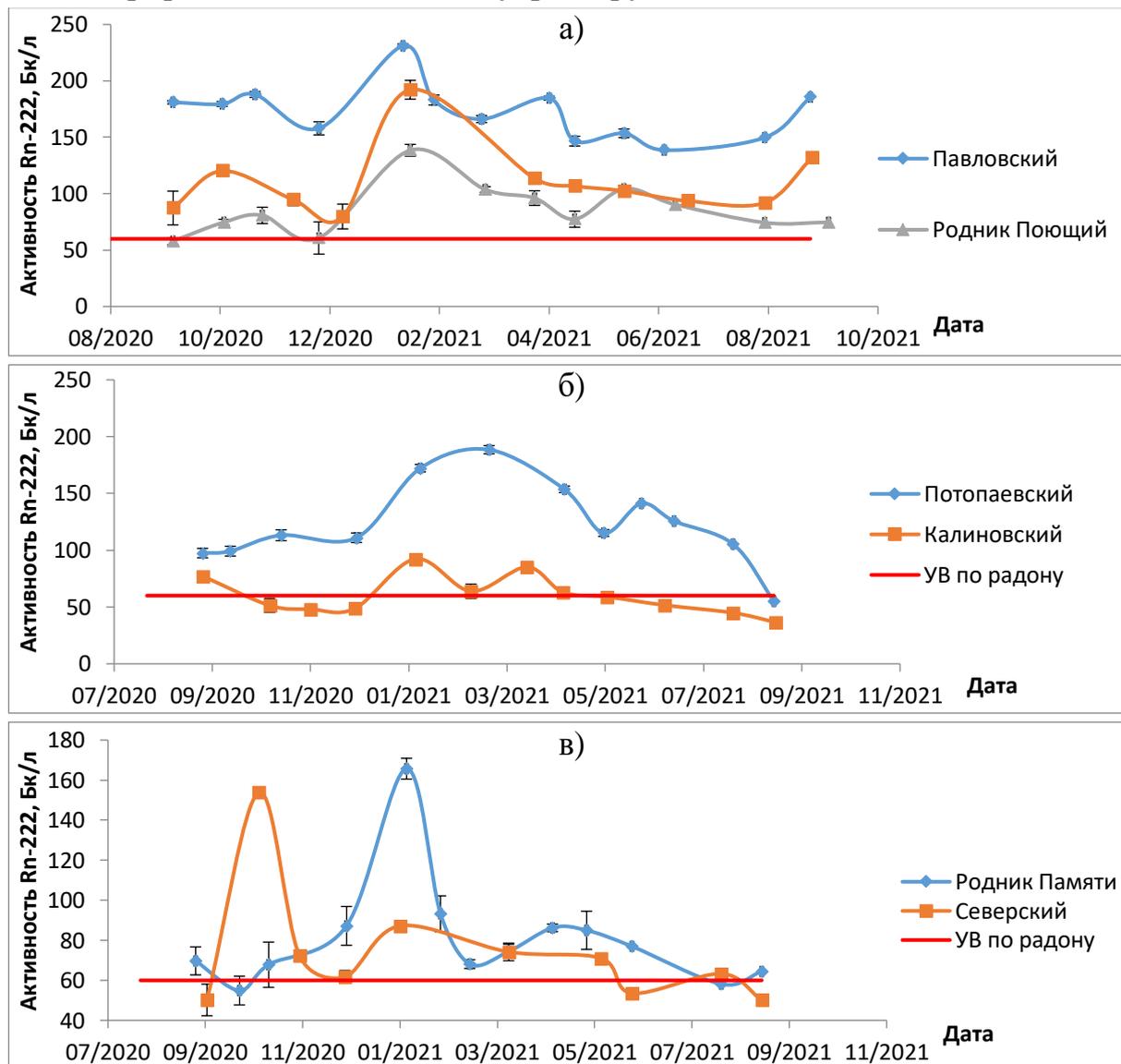


Рисунок 3 – Временные колебания активности  $^{222}\text{Rn}$  в родниках: а) Павловский, Поющий и на ул. Труда 9, б) Потопаевский и Калиновский, в) Родник Памяти и Северский.

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

## Библиографический список

1. Балабанов И.В., Смирнов С.А. 500 родников Подмосковья: родники и родниковые колодцы, родниковые ручьи, святые и освященные источники. Москва, 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., Темирханов 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.Л., 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