

**ГИДРОМИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ КАРЕЛИИ****Бородулина Г.С.***ФГБУН «Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН», Петрозаводск,  
e-mail: bor6805@yandex.ru*

В статье обобщены материалы по исследованию гидроминеральных ресурсов Республики Карелия. Приведена краткая характеристика геологических и гидрогеологических условий, определяющих закономерности распространения и формирования основных гидрохимических типов подземных вод. Дается характеристика известных минеральных вод на территории Республики Карелия в соответствии с существующей классификацией лечебных минеральных подземных вод. Описываются разведанные месторождения: лечебно-питьевых минеральных железистых вод «Марциальные воды», бальнеологических радоновых средней концентрации вод «Кондокское», минеральных лечебно-питьевых хлоридных натриевых вод без специфических компонентов «Олонецкое», и другие проявления аналогичных по составу и свойствам подземных вод. Описаны проявления уникальных по составу маломинерализованных щелочных гидрокарбонатных магниевых подземных вод. Показано современное использование минеральных вод и перспективы их дальнейшего освоения.

**Ключевые слова:** Карелия, железистые воды, радоновые воды, месторождение минеральных вод

**HYDROMINERAL RESOURCES OF KARELIA****Borodulina G.S.***Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre of the Russian Academy of Science,  
Petrozavodsk, e-mail: bor6805@yandex.ru*

The paper summarizes the research materials of hydromineral resources of the Republic of Karelia. The brief characteristic of geological and hydrogeological conditions that determine the patterns of distribution and formation of hydrochemical types of groundwater is presented. The known types of mineral waters in the territory of the Republic of Karelia are described in accordance with classification of mineral groundwater. There are 3 deposits: «Marcial waters» – ferruginous medicinal drinking mineral waters», «Kondokskoe» – balneotherapeutic radon water, «Olonetskoe» chloride sodium medicinal drinking mineral waters without specific components, and other manifestations of groundwater that similar in chemical composition and properties, including unique fresh alkaline magnesium bicarbonate groundwater. The contemporary usage of mineral waters and the prospects for their further development are described.

**Keywords:** Karelia, ferruginous water, radon waters, deposit of mineral water

Республика Карелия в силу своего географического положения, многообразия и богатства природных условий является привлекательным регионом для расширения туристической и лечебно-профилактической деятельности. В настоящее время в республике действует только один курорт – Марциальные воды и одно учреждение использует минеральные радоновые воды для внекурортного обслуживания. В то же время в регионе имеются предпосылки для более широкого использования минеральных вод различных типов.

**Геолого-гидрогеологические условия**

Республика Карелия располагается на восточном склоне Фенноскандинавского щита и его юго-восточной границе с Русской платформой. На большей части территории формируются водоносные системы Балтийского гидрогеологического массива, и лишь южная часть республики относится к Ленинградскому артезианскому бассейну. Массив сложен гранито-гнейсовыми комплексами архейского фундамента, на

которых залегают вулканогенно-осадочные отложения протерозоя, перекрытые маломощным покровом четвертичных ледниковых отложений. Гидрогеологические условия открытого кристаллического массива характеризуются отсутствием региональных водоупоров и повсеместным распространением основного водоносного горизонта трещинных вод. Эти воды, как правило, безнапорные, лишь на локальных участках приобретают напор. Напорными являются межморенные водоносные горизонты и платформенные отложения венда и палеозоя. Несмотря на общие и простые на первый взгляд гидрогеологические условия региона, неравномерное развитие трещиноватости кристаллических пород, пестрота литологического состава и крайне невыдержанная мощность четвертичных отложений, создают разнообразные обстановки локализации месторождений и проявлений пресных и минеральных подземных вод.

В регионе формируются подземные воды различной минерализации и хими-

ческого состава. По минерализации подземные воды варьируют от ультрапресных до солоноватых, по величине рН – от слабых до щелочных, по химическому типу – от наиболее широко распространенных гидрокарбонатных кальциево-магневых до гидрокарбонатных натриевых, гидрокарбонатных магниевых, сульфатных и хлоридно-натриевых.

Гидрогеологические условия региона способствуют достаточно быстрому проникновению их в рыхлые и трещиноватые породы и это определяет значительную проницаемость водовмещающих пород в верхней части разреза. В этих условиях химический состав подземных вод в значительной степени определяется сравнительно малым временем взаимодействия воды с горными породами. Эволюция состава поступающих инфильтрационных вод определяется типом водовмещающих пород и характером водообмена. Катионный состав в условиях формирования подземных вод зоны свободного водообмена контролируется составом исходных минералов и временем взаимодействия пород-вода. Обогащение подземных вод биогенным углекислым газом резко увеличивает агрессивные свойства относительно алюмосиликатов и карбонатов. Природа анионного состава в этих условиях, в отличие от катионов, является гидрогенно-биогенной.

Вертикальная окислительно-восстановительная зональность подземных вод выражается в закономерных изменениях значений Eh с глубиной их формирования: от кислородных вод ( $Eh > +250$  мВ) к бескислородным и бессульфидным ( $Eh$  от  $+100$  до  $+250$  мВ) и редко сульфидным ( $Eh < +100$  мВ). Эта зональность сопряжена с вертикальной зональностью железосодержащих подземных вод. В соответствии с ней в кислородных водах концентрации железа невелики ( $< 1$  мг/л), вторая зона наиболее благоприятна для существования железа в виде  $Fe^{2+}$ . Здесь его концентрации достигают десятков мг/л. Максимальная величина железа (более 100 мг/л) в подземных водах Карелии зафиксирована на месторождении «Марциальные воды».

В соответствии со схемой районирования минеральных вод [5] Карелия располагается в пределах Карельского района Балтийской области Восточно-Европейской провинции радоновых и железистых минеральных вод, формирующихся в коре выветривания и зонах разломов массивов кристаллических пород архей-протерозоя. Третьим типом минеральных вод, встречающихся в Карелии, являются воды с минерализацией более 1 г/л без специфических

компонентов и свойств, распространенные в платформенных отложениях, реже на кристаллическом щите.

#### Месторождения минеральных вод

Месторождение железистых вод «Марциальные воды» находится в 50 км к северу от г. Петрозаводска, в бассейне р. Шуя, второго по площади водосбора и величине стока притока Онежского озера. Месторождение минеральных вод формируется в денудационно-тектонической долине оз. Габозеро, в западной части Онежской палеопротерозойской структуры, сложенной вулканогенными и осадочными породами. Подземные воды месторождения приурочены к межморенным песчано-гравийным отложениям, трещиноватым шунгитсодержащим пиритизированным сланцам и долеритам.

Естественные источники железистых вод в районе оз. Габозеро были обнаружены при Петре I, который и явился в 1719 г. основателем первого в России курорта. В современном виде курорт действует с 1964 г. и использует в лечебно-питьевых целях подземные воды четырех самоизливающихся скважин. Запасы составляют 15,6 м<sup>3</sup>/сут [6]. Высокожелезистые воды в качестве характерного типа («марциальный») представлены в ГОСТ Р 54316-2011 «Воды минеральные природные питьевые». В эту группу входят мало распространенные, но чрезвычайно характерные по своему генезису и химическому составу воды, в том числе Полостровские (Санкт-Петербург) и Джусалинские (Казахстан) воды.

Средняя многолетняя минерализация марциальных вод изменяется от 0,2 г/л (в скважине 1), 0,4-0,5 г/л (скважины 2, 3) до 0,8 г/л (скважина 4). Величина рН составляет 6,1-6,4. Среди катионов лишь в воде скважины № 1 преобладает кальций, в воде остальных скважин кальций, магний и железо определяются примерно в одинаковых концентрациях, а в скважине № 4 железо является главным катионом. Концентрации натрия и калия в воде всех скважин невелики и составляет 2–7 мг/л. Железо в воде скважин определяется преимущественно в форме  $Fe^{2+}$ . Средние многолетние концентрации железа увеличиваются от 15 мг/л (скважина 1) до 85 мг/л (скважина 4). Главным анионом в воде скважин являются сульфаты (до 86 %-экв/л), лишь в скважине № 1 гидрокарбонаты составляют 50 %-экв/л. Хлориды во всех скважинах не превышают 1 %-экв/л.

Таким образом, Марциальные воды являются маломинерализованными железистыми и крепко железистыми сульфатными

(гидрокарбонатно-сульфатными) магниевыми (кальциевыми) (кальциево-магниевыми). Источником сульфатов железа являются сульфиды шунгитовых сланцев. Формированию подземных вод с высокими концентрациями железа благоприятствует бескислородная слабокислая обстановка и повышенные содержания  $\text{CO}_2$  (до 350–380 мг/л).

Месторождение «Марциальные воды» является уникальным природным объектом, так как высокое содержание железа при относительно невысокой общей минерализации воды и физиологически благоприятном химическом составе делает их бесценными питьевыми лечебными водами. Замечательной особенностью курорта является и то, что здесь используются местные минеральные грязи оз. Габозеро, формирующиеся с участием стока железистых вод («габозерская» разновидность пресноводных сульфидных пелоидов).

В пределах той же геологической структуры, в 9 км от курорта «Марциальные воды» известен родник, вода которого по составу, минерализации, содержанию железа является практически идентичной воде одной из скважин курорта (скважина 2).

Другие проявления железистых вод на территории Карелии по особенностям химического состава аналогичны железистым водам «Полюстрово». Их минерализация ниже марциальных (0,15–0,3 г/л), состав гидрокарбонатный кальциево-магниевый, концентрация железа составляет 24–35 мг/л. Выходы таких вод известны в центральной и южной Карелии [6, 7].

Радоновые воды с концентрацией радона более 185 Бк/л на территории Карелии имеют широкое распространение, что традиционно связывают с повышенным содержанием радиоактивных элементов в кристаллических породах. Наиболее высокие содержания радионуклидов приурочены к зонам гидротермального и вторичного изменения пород, которые наиболее интенсивно проявляются в местах тектонических нарушений, в разломах, в зонах сопряжения интрузивного и метаморфического комплексов, в пределах зон дробления [1, 5]. Характерной особенностью радоновых вод региона является отчетливая связь с повышенным содержанием урано-радиевой минерализации в породах и степенью их трещиноватости. Примером такого типа месторождения является Кондоковский участок радоновых вод, где зона трещиноватости приурочена к надвигу гнейсо-гранитов на осадочно-вулканогенные породы архея. Позднеоргенные гранитные интрузии приурочены к зонам секущих разломов и образуют участки дробления пород, с которы-

ми связаны изменения гидротермального и метасоматического характера. Повышенная радиоактивность пород и проявление радоновых вод на Кондоковском участке зафиксированы при проведении поисковых и поисково-оценочных работ на железные руды Костомукшского железорудного района в 70–80-х годах прошлого столетия. В 2009 г. были оценены запасы 6 м<sup>3</sup>/сут (категория В) минеральных холодных радоновых вод средней концентрации.

Месторождение расположено в юго-западной части Калевальского района Республики Карелия в 11 км к юго-востоку от г. Костомукша. На базе муниципального лечебно-профилактического учреждения «Костомукшская городская больница» организовано отделение радонотерапии, куда вода доставляется из каптированного колодца в герметичной емкости. Вода источника отличается очень низкой минерализацией (0,02–0,04 г/л), слабокислым характером (рН 5,5–6,1), состав гидрокарбонатный (сульфатно-гидрокарбонатный) со смешанными катионами. Концентрация радона в воде источника колеблется в пределах 3300–4800 Бк/л. Анализ геологических и гидрогеологических условий Кондоковского участка показывает, что активные породы не имеют больших размеров, обеспечивающих достаточное время соприкосновения воды с породой, поэтому небольшая скорость движения подземных вод на участке при прочих равных условиях становится важным фактором в формировании радоновых вод высокой концентрации.

В работах [4, 5, 6] упоминаются месторождения и проявления радоновых вод в Северном Приладожье (Хапунваара, Проланваара, Мраморная Гора), Западном Прионежье (Карташи, Койкары, Тереки) и Восточном Прионежье (Песчаное), но работы по оценке запасов минеральных вод на большинстве из них не проводились. Исследованиями ИВПС КарНЦ определены уровни содержания радона на известных участках, выявлены другие проявления средне- и высокорадоновых вод (до 9400 Бк/л), которые перспективны для дальнейших геологоразведочных работ [3].

Не эксплуатируется в настоящее время Олонекское месторождение лечебно-столовых минеральных вод, которые являются аналогом вод «Старая Русса». Месторождение расположено на окраине г. Олонца в пределах северо-западной окраины Ленинградского артезианского бассейна. Скважина вскрывает напорные воды нижней части гдовского горизонта (песчаники и гравелиты) и трещиноватых гранитов-рапакиви. Запасы оценены в объеме 18,8 м<sup>3</sup>/сут [6].

Воды хлоридные натриевые среднеминерализованные (4-9 г/л), в 90-е годы использовались для розлива. Следует отметить, что аналогичные по составу подземные воды вскрываются многими скважинами в пределах платформенных отложений венда и палозоя на юге и юго-востоке республики, иногда встречаются в кристаллических породах щита. Так на площади Онежской структуры в вулканогенно-осадочных породах палеопротерозоя отдельными скважинами вскрываются воды хлоридно-натриевого состава с минерализацией 1,0–7,2 г/л. Абсолютная и относительная концентрация хлоридов и натрия в них увеличивается с ростом минерализации. Характерной особенностью является высокое содержание в воде гелия (на 2–3 порядка выше равновесного с атмосферой), что предполагает связь с тектоническими зонами [2].

В районах распространения ультраосновных пород восточного побережья Онежского озера встречаются родники, вскрывающие неглубоко залегающие уникальные по составу подземные воды: маломинерализованные (0,2 г/л) щелочные (рН 8,3-9,8) гидрокарбонатные магниевые. Относительное содержание магния в воде достигает 60-90 экв-%/л. По составу такие воды аналогичны широко известной воде «Magnesia», отличаются меньшей минерализацией.

### Заключение

На большей части территории Республики Карелия в пределах Балтийского кристаллического щита наиболее широко представлены два гидрохимического типа минеральных вод: железистые и радоновые. Третьим типом являются минеральные воды с минерализацией более 1 г/л без специфических компонентов, которые приурочены к водоносным горизонтам Ленинградского артезианского бассейна на юге республики. К настоящему времени разведаны три ме-

сторождения: лечебно-питьевых минеральных железистых вод «Марциальные воды», бальнеологических радоновых средней концентрации вод «Кондокское», минеральных лечебно-питьевых хлоридных натриевых вод «Олонецкое». Наиболее широко известно месторождение «Марциальные воды», на базе которого действует первый российский и единственный в Карелии курорт. Радоновые воды месторождения «Кондокское» используется для внекурортного обслуживания. Месторождение «Олонецкое» в настоящее время не эксплуатируется. Исследования показали, что Республика Карелия располагает значительными ресурсами минеральных вод, а природные условия, наличие рекреационных зон и изученность природных факторов открывают широкую возможность для развития индустрии отдыха и лечения, а также строительства оздоровительных комплексов.

### Список литературы

1. Беляев А.М., Иванюкович Г.А., Куриленко В.В., Хайкович И.М. Радиоэкогеология: Учеб пособие. – СПб: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2003. – 324 с.
2. Бородулина Г.С., Токарев И.В. Геохимические и изотопные особенности подземных и поверхностных вод в пределах Онежской палеопротерозойской структуры // Комплексные проблемы гидрогеологии: тезисы докл. науч. конф. (Санкт-Петербург, 23-25 окт. 2013). – Санкт-Петербург, 2013. – С. 11–14.
3. Водные ресурсы Республики Карелия и пути их использования для питьевого водоснабжения. Опыт карельско-финляндского сотрудничества. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2006. – 263 с.
4. Каталог минеральных вод СССР (Приложение к карте минеральных вод СССР М 1:4000000). – М., 1969. – 287 с.
5. Куликов Г.В., Жевлаков А.В., Бондаренко С.С. Минеральные лечебные воды СССР. – Справочник. – М.: Недра, 1991. – 399 с.
6. Минерально-сырьевая база Республики Карелия / Книга 2. Неметаллические полезные ископаемые. Подземные воды и лечебные грязи. – Петрозаводск: Карелия, 2006. – 356 с.
7. Ресурсы и геохимия подземных вод Карелии. – Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1987. – 151 с.