

РОДНИКИ КАРЕЛИИ – ПРИРОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ НАУЧНОГО И СОЦИАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ

В статье освещены общие гидрогеологические условия региона, закономерности формирования подземного стока. Обобщены сведения о родниках Карелии, их изученности, количестве и использовании. Дается характеристика химического состава подземных вод, оценка состояния родников в условиях антропогенной нагрузки. Показано, что на территории городов и поселков родники в качестве источников питьевой воды рассматривать не следует из-за нитратного загрязнения. Дана характеристика примечательных родников Карелии – гидрогеологических памятников природы, а также других источников, обладающих историческими или уникальными природными качествами (дебит, химический состав). Подчеркивается необходимость проведения в регионе работ по инвентаризации, учету и мониторингу состояния подземных источников и созданию современного каталога родников. Показано, что среди большого количества родников региона можно выделить много интересных объектов по своим природным особенностям, ландшафтной и исторической привлекательности, возможностям использования в качестве источников питьевой и минеральной воды. Показаны возможности использования родников Карелии в качестве объектов экологического и культурно-познавательного туризма.

Ключевые слова: подземные воды; родниковый сток; каталог; химический состав; памятники природы; туризм.

DOI: <https://doi.org/10.24852/2411-7374.2022.4.53.65>

Введение

На протяжении последних столетий человек активно осваивал природные ресурсы Карелии, в том числе и подземные воды как источник питьевой воды. Несмотря на то, что республика располагает огромным количеством поверхностных вод, люди всегда с особым трепетом относились к естественным источникам подземной воды – родникам, использовали их не только как источник питьевой воды, но и окружали легендами, духовным почитанием. Значение родников многогранно: ресурсное, ландшафтно-экологическое, научно-просветительское, историко-культурное, эстетическое, рекреационное.

Целью данной работы является обобщение информации об изученности родников Карелии, их распространении, особенностях формирования химического состава воды в природных и антропогенных условиях. Внимание уделено описанию и характеристике наиболее примечательных родников – региональных памятников природы, и других источников, уникальных по количественным или качественным показателям. Также рассматриваются правовые аспекты использования и охраны родников. Подчеркивается необходимость проведения исследований по инвентариза-

ции, учету и мониторингу состояния родников и созданию современного каталога родников Карелии.

Общие сведения о гидрогеологических условиях региона

Подавляющая часть территории Карелии входит в состав Балтийского гидрогеологического массива, где подземные воды приурочены к верхней трещиноватой зоне кристаллических пород и рыхлым четвертичным отложениям. Лишь южные и юго-восточные площади республики относятся к окраинам Ленинградского и Северо-Двинского артезианских бассейнов. Фильтрационные свойства трещиноватых пород изменчивы и, как правило, низкие. Наиболее интенсивная трещиноватость отмечается до глубин 30–50 м, глубже породы становятся практически безводными. Только в зонах тектонических нарушений глубина обводненных трещин увеличивается (Гидрогеология..., 1971; Иешина и др., 1987). На участках, где кристаллические породы непосредственно перекрыты обводненными песчаными отложениями, водообильность пород заметно увеличивается. Подземные воды на кристаллическом щите, как правило, безнапорные, и только в местах, где

в разрезе четвертичного покрова присутствуют глинистые отложения, воды приобретают напор. Питаются подземные воды за счет инфильтрации атмосферных осадков. Общие гидрогеологические условия кристаллического массива, характеризующегося отсутствием региональных водоупоров, определяют довольно простую схему движения подземных вод. Водосборы поверхностных и подземных вод совпадают, движение подземных вод направлено от водоразделов к ближайшим поверхностным водотокам и водоемам, где происходит их разгрузка.

Накопление информации о подземных водах Карелии началось с послевоенных лет прошлого столетия в ходе комплексных геологических и гидрогеологических съемок среднего масштаба. Являясь естественными выходами подземных вод на поверхность земли, родники служили объектами для первых оценок ресурсов подземных вод, для районирования территории по степени обводненности пород и характеристике химического состава вод. Первый каталог родников Карелии был составлен в качестве приложения к Гидрогеологической карте Карельской АССР (Шимкович, 1970). В него включено около 1500 родников. Дальнейшие исследования, проводимые лабораторией гидрогеологии ИВПС КарНЦ РАН, показали, что при съемках нередко в качестве родников фиксировались мелкие ручьи, сток из верховых болот и другие проявления поверхностных вод. Эти водопоявления отличаются от подземных вод очень низкой минерализацией (менее 20 мг/л), более высокой температурой (8–10 °С и выше) и цветностью. Поэтому при формировании современной базы данных проводится уточнение характеристик и определенная отбраковка объектов первого каталога, а также дополнение данными более поздних гидрогеологических работ на территории Карелии.

Родниками в Карелии дренируется, как правило, верхняя часть водоносных комплексов. Образование источника определяется в основном несколькими причинами: вскрытием водоносного горизонта эрозионными врезами (долинами, оврагами и т. п.), геолого-структурными особенностями или фильтрационной неоднородностью водовмещающих пород. Зачастую родниками ошибочно называют самоизливающие скважины. Так, например, жителям Петрозаводска хорошо известен объект на ул. Федосовой, в устье р. Неглинка. Многие называют его родником, в действительности же это разведочная скважина, пробуренная в 1970-х годах в ходе геолого-гидрогеологической съемки и вскрывающая напорный нижнекотлинский водоносный горизонт на глуби-

не 30 м. Также родниками называют скважины в п. Ужесельга, Чална и др.

Родниковый сток в Карелии невелик, модуль родникового стока для большей части территории составляет 0.01–0.001 л/с·км² и менее. Только для 1–6% территории модуль достигает 0.5–0.1 л/с·км² (сильнообводненные породы) (Гидрогеология ..., 1971). Дебиты родников в основном составляют 0.1–0.5 л/с, редко больше. Большинство родников с дебитом свыше 1 л/с дренируют флювиогляциальные отложения, слагающие волнистые равнины. Они встречаются по всей территории за исключением Прибеломорской низменности. Наиболее крупные равнины располагаются к юго-западу от оз. Сегозеро, на южном побережье Гимольского озера, в бассейнах рек Чирка-Кемь, Суна, Шуя, Уксунйоки, Тулемайоки.

Относительно высокой водообильностью характеризуется онегозерский водоносный горизонт – самый верхний среди межледниковых горизонтов, единственно выдержанный по площади и преимущественно песчаного состава. В долине р. Святрека, ниже впадения р. Совды, зафиксированы девять родников, дренирующих этот горизонт, шесть из которых имеют дебит от 1 до 5 л/с, и несколько крупных родников находятся в долине р. Важинки (Иешина и др., 1987).

Родники с дебитом более 10 л/с в Карелии редки и поэтому вызывают особый интерес. В монографии «Минерально-сырьевая база Республики Карелия» (2006) приведен перечень 27 высокодебитных родников. Некоторые из них хорошо известны, включая находящиеся в числе самых крупных: «Крошнозерский» (около 100 л/с), приуроченный к озовой гряде, и родник у д. Половина (40 л/с), дренирующий онегозерский горизонт. Отдельные высокодебитные источники на поверку оказываются группой родников. Так, например, указанные в кадастре (Ручьева, Голованов, 2006) родники с дебитом 50–60 л/с у д. Паннисельга (Пряжинский район) и п. Гумарино (Медвежьегорский район) представляют собой несколько сосредоточенных выходов подземных вод, каждый с расходом от 0.3 до 10 л/с.

В целом флювиогляциальные отложения вследствие довольно широкого распространения, благоприятных условий питания и аккумуляции подземных вод, высоких фильтрационных свойств, неглубокого залегания и хорошего качества вод являются наиболее перспективными для водоснабжения. В Финляндии такие отложения считаются наиболее важными с точки зрения водоснабжения населенных пунктов (Водные ..., 2006). В рамках совместного с финской стороной проекта «Развитие водоснабжения Ка-

релии» ИВПС КарНЦ РАН в 1996–2006 гг. проведен большой объем работ по поиску и оценке месторождений подземных вод в песчаных отложениях. В результате выявлено около 20 месторождений, на семи защищены запасы подземных вод, но в настоящее время эксплуатируется одно месторождение, Пряжинское, в то время как в Финляндии действуют более 1000 водозаборов (Водные ..., 2006).

Использование родников для водоснабжения и проблемы, связанные с качеством воды

Несмотря на огромное количество озер и рек, в Карелии родники всегда использовались для водоснабжения. Так, в перечне населенных мест Олонецкой губернии за 1905 г. приводятся сведения о многочисленных поселениях «при колодцах» (Список ..., 1907). В настоящее время число используемых в республике родников неизвестно.

Подземные воды выгодно отличаются от поверхностных органолептическими показателями – цветом и вкусом, а также более высокой минерализацией, что в условиях распространения высокоцветных маломинерализованных поверхностных вод делает подземные воды очень привлекательными для питьевого водоснабжения.

В пределах Балтийского кристаллического массива формируются преимущественно пресные (менее 1 г/л) подземные воды, но известны солоноватые и даже соленые. Пресные подземные воды, как правило, гидрокарбонатные, но встречаются сульфатные, гидрокарбонатно-хлоридные. Солоноватые воды (до 10 г/л) по составу хлоридные натриевые (Бородулина, Левичев, 2019). Гидрогеологические условия кристаллического щита благоприятствуют быстрому проникновению атмосферных осадков в рыхлые и/или трещиноватые породы. Подземные воды верхней зоны разреза, наиболее часто вскрываемые родниками, в большинстве случаев насыщены кислородом и содержат небольшое количество органических веществ, но остаются мягкими – жесткость редко достигает 1–1.5 ммоль/л. Обогащение вод углекислым газом биогенного происхождения обеспечивает слабокислую и кислую среду (средняя величина pH 6.6), редко встречаются щелочные воды.

Бытует мнение, что родниковая вода всегда чистая. Но воды верхней гидрогеохимической зоны практически не защищены от загрязнения, так как не имеют выдержанного водоупорного горизонта. Питание подземных вод осуществляется за счет атмосферных осадков, которые на освоенной человеком территории фильтруются через техногенные грунты, в состав которых

входят строительные, промышленные и бытовые отходы. Территории поселков и деревень (да и в городах существуют районы старой застройки) представляют собой сосредоточие приусадебных участков, огородов, скотных дворов, компостных и выгребных ям, мусорных свалок, которые на протяжении десятилетий, а порой и столетий, являются постоянными очагами загрязнения подземных вод. Результаты выполняемых Роспотребнадзором Республики Карелия исследований качества воды нецентрализованных источников водоснабжения по химическим и микробиологическим показателям свидетельствуют о постоянном неудовлетворительном состоянии до 40% источников, основная часть которых расположена в сельской местности (Государственный ..., 2022).

Показатели качества родниковых вод во многом определяются эколого-санитарной обстановкой в области питания родников, техническим и санитарным состоянием их каптажных сооружений. Одной из основных причин является отсутствие зон санитарной охраны источников (ЗСО), но зачастую зоны в условиях плотной застройки невозможно создать, поскольку принципиальное решение о возможности организации ЗСО принимается на стадии проекта районной планировки или генерального плана, когда выбирается источник водоснабжения.

Среди компонентов-загрязнителей подземных вод в регионе наиболее распространенными и опасными являются нитраты, часто делающие воду непригодной для питьевого использования. Источником азота служат коммунально-бытовые отходы. На участках, не подверженных явному антропогенному влиянию, концентрации нитратов в подземных водах не превышают 1–5 мг/л, в то время как на урбанизированных территориях достигают запредельных значений (>45 мг/л). По нашим данным, только каждый десятый родник или колодец в поселениях Карелии не загрязнен нитратами, а в каждом пятом их концентрация превышает допустимую (Лозовик, Бородулина, 2009; Крутских и др., 2016). В последнем случае нитрат нередко становится преобладающим анионом, формируя нитратный тип воды. Часто поступление азотных соединений сопровождается микробным загрязнением.

Результаты мониторинга грунтовых вод на территории г. Петрозаводска, проводившегося КарНЦ РАН с 1990-х гг., показали, что нитратное загрязнение сохраняет постоянную интенсивность (Крутских и др., 2016). Относительно чистые родники находятся только на окраинах города, где нет источников загрязнения. Еще в 1925 г. газета «Красная Карелия» сообщала, что

в г. Петрозаводске все источники водоснабжения загрязнены и вредны, а в 1940 г. состояние всех приусадебных колодцев города было признано «чрезвычайно неудовлетворительным». Когда перед городским Советом встал вопрос о выборе источника централизованного водоснабжения, с учетом роста населения и состояния подземных вод, он был решен в пользу воды Петрозаводской губы (Старцев, 1999). Поэтому и в настоящее время рассматривать родники как источник питьевой воды на территории поселений не следует. Они могут служить ландшафтными образованиями, могут быть включены в архитектурные проекты, композиции и т.д.

В Петрозаводске за последние годы в результате застройки исчезли родники по ул. Белинского, Муезерской, на грани исчезновения родник «Лягушка». Недалеко от школы №17 существовал Неглинский родник, в начале XIX в. удовлетворявший потребность в воде большей части города. Сейчас слабый выход подземных вод, дающий начало ручейку, впадающему в р. Неглинку, наблюдается в придорожной канаве, а мог бы быть памятником природы и истории города.

Правовые аспекты использования и охраны родников

Согласно Водному кодексу РФ, родники являются поверхностными водными объектами, мониторинг которых ведет Росводресурсы. Подземным водным объектом считаются водоносные горизонты и бассейны подземных вод, изучение и использование которых обеспечивает Роснедра. Если рассматривать родники как источник водоснабжения, то контролировать их должен Роспотребнадзор. На деле родники в настоящее время не контролируются государственными службами, не охвачены мониторингом, они «...выпали из законодательного поля», несмотря на то что в законодательной базе РФ имеются для этого правовые «окна» (Гагарина, Юнусова, 2015). В апреле 2021 г. рабочая группа общественного совета Министерства природных ресурсов и экологии РФ провела круглый стол, посвященный защите родников как водных объектов и сформулировала рекомендации по реализации программы по инвентаризации, учету и мониторингу состояния родников на территории субъектов РФ, а также выявлению родников социальной значимости.

В Карелии после 70-х гг. прошлого века масштабных проектов по обследованию родников не было. Управлением Роспотребнадзора контролируется до 604 источников нецентрализованного водоснабжения, но в их число входят преимущественно одиночные скважины (Государственный

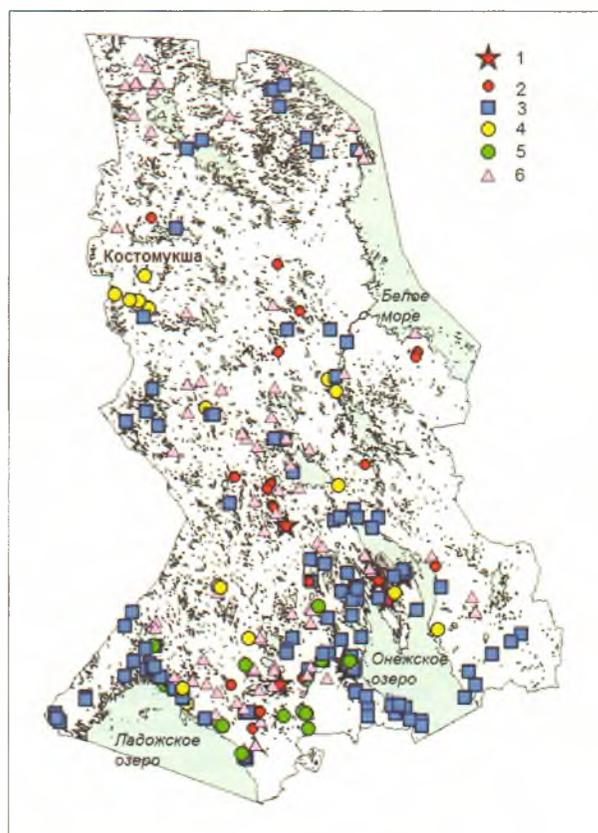


Рис. 1. Карта родников Карелии (по данным ИВПС КарНЦ РАН):

1 – памятник природы; 2 – высокодебитный; 3 – используются для водоснабжения; 4 – радоновый ($Rn > 750$ Бк/л); 5 – железистый ($Fe > 10$ мг/л); 6 – прочие

Fig. 1. Map of springs in Karelia (data of the NWPI KarRC RAS):

1 – natural monument; 2 – high-yield; 3 – water supply; 4 – radon ($Rn > 750$ Bq/l); 5 – ferruginous ($Fe > 10$ mg/l); 6 – others

..., 2022). В редких случаях родники являлись источником централизованного водоснабжения (п. Ряймеля, детское учреждение в п. Соломенное).

Сведения о состоянии родников, зафиксированных в первом каталоге (Шимкович, 1970), актуализируются в ходе исследовательских работ и пополняют базу данных (рис. 1). Исследования подземных вод на территории Петрозаводска периодически поддерживаются городской администрацией (в частности, в 2012 г. – по подготовке информационных материалов о состоянии родников на территории города). Исследования в городе продолжены в 2013–2015 гг. в рамках проекта РФФИ «Разработка основ комплексного геоэкологического мониторинга северных урбанизированных территорий» (Крутских и др., 2016). Известны примеры обустройства отдельных родников – например, ученики Великогубской школы в 2001 г. благоустроили территорию у родника «Соляная яма», Соломенский лесозавод реконструировал в 2021 г. павильон на Сулажгорском родни-

ке (Петрозаводск), Инженерный центр пожарной робототехники «ЭФЭР» восстановил и обустроил «Царицын ключ» (Заонежье) в 2013 г. В этой связи следует подчеркнуть, что любые работы по благоустройству родников не должны привести к деградации источника и окружающей природной среды. Особенно внимательно нужно подходить к асфальтированию, бетонированию прилегающей территории, строительству любых сооружений, размещению автостоянок. В этих вопросах нужны консультации специалистов – гидрогеологов, экологов. Основные принципы обустройства родников – просто, эстетично, рационально, с максимальным сохранением естественного облика.

Как уже упоминалось, нет точных данных о количестве родников – источников водоснабжения в населенных пунктах Карелии. Единственная категория родников в регионе, число которых точно известно, – это объекты, относящиеся к особо охраняемым природным территориям (ООПТ). Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Республики Карелия от 14.01.2021 г. №86 к региональным гидрологическим памятникам природы отнесены 6 родников («Три Ивана», «Соляная яма», «Крошнозерский», «Лососинский», «Сулажгорский», «Онежский»), статус государственного природного заказника имеет озеро-родник Талое. В то же время статуса ООПТ заслуживают и другие родники региона, обладающие уникальными качественными и количественными характеристиками и имеющие особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение (Хохлова и др., 2000; Макарихин и др., 2006; Ручьева, Голованов, 2006). Создание ООПТ рассматривается как эффективный метод территориальной охраны природных объектов, имеющих природоохранную и социально-экономическую ценность (Мнацеканов и др., 2021).

Характеристика примечательных родников Карелии

Государственный природный заказник «Озеро Талое» расположен в Суоярвском районе в 12 км СВ п. Совдозеро на водораздельном участке бассейнов р. Суна и озерно-речной системы Беломорско-Балтийского канала, в верховьях водосбора р. Семча. Здесь находится 18 мелких озер (ламб), среди которых лишь одно, гипсометрически расположенное ниже всех, имеет сток. Озеро Талое представляло собой небольшой водоем длиной 300 м и шириной 50 м, с высокими, большей частью, берегами. Глубина озера в основном 1–1.5 м, в северной его части находится 6-метровая впадина, где фиксируется наиболее сосредото-



*Рис. 2. Озеро Талая Ламба
(фото В.В. Тимофеевой)
Fig. 2. Lake Talaya Lamba
(photo by V.V. Timofeeva)*

точная субаквальная разгрузка подземных вод. Озеро не имеет притоков, а из него вытекает ручей, среднегодовой расход которого в 80-х гг. прошлого века составлял 85 л/с (Богачев и др., 1979).

Незамерзающее озеро, расположенное среди небольших бессточных озер с обычным температурным режимом, – необычное явление для климатических условий Карелии. Это обусловлено исключительно высокой водообильностью рыхлого материала флювиогляциального комплекса, образованного на стыке двух ледниковых потоков, и приуроченностью озовых гряд к тектоническим зонам и интенсивной разгрузкой подземных вод в озерную котловину (доля подземного питания составляет 80%) (Богачев и др., 1979). В таких условиях температура, минерализация и химический состав озерной воды практически полностью формируются за счет подземных вод. Придонный слой воды выделяется устойчиво низкой температурой, которая даже летом не поднималась выше 6 °С. Вода отличается исключительной прозрачностью, по составу гидрокарбонатно-кальциевая, минерализация около 0.1 г/л, рН 7 (табл.).

В последние годы озеро потеряло свой первоначальный облик в результате жизнедеятельности бобров, перегородивших плотиной вытекающий из озера ручей. Уровень воды в озере поднялся на 1–2 м, затоплен прибрежный лес, многие деревья упали в воду. Озеро зарастает, его режим меняется, в сильные морозы оно замерзает (рис. 2).

Являясь гидрологическим памятником природы, озеро-родник может служить и памятником горнорудного освоения региона. По берегу озера сохранились ямы для выжигания угля и слои шлака – следы переработки болотной руды в ручных домищах. Следы «лопских заводцев» и документы

Таблица. Родники – памятники природы Карелии и некоторые уникальные источники
 Table. Springs – natural monuments of Karelia and some unique springs

Административный район Region	Название родника (местоположение) Spring name (location)	Ионный состав воды (формула Курлова) Ionic composition of water (Kurlov formula)	Статус (характеристика) родника Status (characteristic) of the spring
Суоярвский	Талая Ламба	$M 0.1 \frac{HCO_3 86 SO_4 12 Cl 2}{Ca 35 Mg 24 Fe 13 Na 24} pH 7.1$	Государственный природный заказник
Пряжинский	Крошнозерский	$M 0.1 \frac{HCO_3 86 SO_4 12 Cl 2}{Ca 35 Mg 24 Fe 13 Na 24} pH 7.1$	Памятник природы
Медвежьегорский	Соляная яма	$M 3.0 \frac{Cl 90 SO_4 6 HCO_3 4}{Na 75 Mg 14 Ca 11} pH 7.5$	Памятник природы
Медвежьегорский	Царицын ключ	$M 0.4 \frac{HCO_3 90 SO_4 8 Cl NO_3 1}{Mg 52 Ca 40 Na 5 K 3} pH 7.0$	Исторический родник
Медвежьегорский	Три Ивана	$M 0.1 \frac{HCO_3 83 SO_4 15 Cl 2}{Ca 66 Mg 20 Na 12 K 2} pH 6.7$	Памятник природы
Петрозаводск	Сулажгорский	$M 0.2 \frac{HCO_3 91 SO_4 7 Cl 1}{Ca 45 Mg 40 Na 12 K 3} pH 7.2$	Памятник природы
Петрозаводск	Онежский	$M 0.15 \frac{HCO_3 82 SO_4 15 Cl 3}{Mg 46 Ca 43 Na 10 K 1} pH 6.5$	Памятник природы
Петрозаводск	Лососинский	$M 0.4 \frac{SO_4 74 HCO_3 25 Cl 1}{Ca 36 Fe 33 Mg 24 Na 4 K 2} pH 6.3$	Памятник природы
Кондопожский	Мунозерский	$M 0.4 \frac{SO_4 74 HCO_3 25 Cl 1}{Ca 36 Fe 33 Mg 24 Na 4 K 2} pH 6.3$	Минеральный
Прионежский	0.6 км от дер. Половина	$M 0.3 \frac{HCO_3 90 SO_4 6 Cl 2}{Ca 42 Mg 41 Na 12 Fe 2} pH 7.1$	Крупный железистый родник
Пудожский	Северный берег оз. Рагнозеро	$M 0.25 \frac{HCO_3 80 CO_2 10 SO_4 5 Cl 5}{Mg 91 Na 5 Ca 3 K 1} pH 9.3$	Уникальный состав
Олонецкий	Кескозерский	$M 0.04 \frac{HCO_3 50 SO_4 43}{Na 35 Ca 26 Mg 26} pH 6.0$	Минеральный
Костомукша	Кондокский	$M 0.04 \frac{HCO_3 50 SO_4 43}{Na 35 Ca 26 Mg 26} pH 6.0$	Минеральный

XVII–XVIII в. свидетельствуют о значительных масштабах добычи и обработки болотной железной руды в Лопских погостах, в состав которых входили Линдозерский, Селецкий, Семчезерский, Паданский, Ругозерский, Шуезерский и Панозерокий. В ведомости о сыродутных печках и их владельцах, составленная в 1750 г., приводится запись о сооружении в 1743–45 г. г. в Селецком погосте трех печей, в том числе у д. Талая Ламба (Балагуров, 1949).

Следует отметить, что севернее Талой Ламбы, в долине р. Янгозерки и на водосборе оз. Селецкое, известны многочисленные родники с дебитом более 1 л/с, в том числе упомянутый выше групповой выход подземных вод у п. Гумарино с суммарным дебитом 40 л/с. Это обусловлено особенностями геологического строения и общей геоморфологической обстановкой района (Богачев и др., 1979).

Один из высокодебитных (около 100 л/с) род-

ников – «Крошнозерский», расположен на южном берегу оз. Крошнозеро в основании мощной озовой гряды (рис. 3). Озы являются хорошими коллекторами подземной воды линейного типа и при мощности водоносного горизонта 10 и более метров могут обладать значительными ресурсами (Водные ..., 2006). Родник дает начало ручью Мельничный, который в прежние времена использовался местными жителями для вращения мельничных жерновов и в качестве природного холодильника для хранения молока. Вода родника гидрокарбонатная кальциево-магниевая с минерализацией около 0.1 г/л, отличается повышенным содержанием железа – до 3 мг/л (табл.). Последний показатель качества воды помешал рассматривать родник как источник водоснабжения для поселка.

В Заонежье находятся, пожалуй, самые известные среди населения источники: «Соляная яма», «Три Ивана», «Царицын ключ». Все три источника окружены легендами и домыслами (Святые ..., 2009). Первые два входят в перечень ООПТ, причем «Соляная яма» представляет особый научный интерес, поскольку является единственным известным в Карелии естественным очагом разгрузки солоноватых хлоридных натриевых подземных вод, проблема формирования которых в недрах древних щитов – одна из увлекательных задач современной гидрогеологии.

«Соляная яма» находится в 1.6 км к СЗ от пос. Великая Губа, на левом берегу р. Судмы, впадающей в залив Великая губа Онежского озера, в 1.7 км от устья реки. В пойме реки Судма, в 100 м от уреза воды, находится крупная мочажина, по берегам заросшая тростником. Еще в 1974 г. здесь существовал бревенчатый сруб со сгнившими верхними венцами. Столб воды в колодце составлял 2.7 м, твердый субстрат определялся с глубины 5.8 м (Хохлов и др., 2000). В настоящее время сруб не сохранился, илистое дно завалено бревнами. Видимого стока не наблюдается (рис. 4). Вода желтоватого цвета, солоноватая на вкус, имеет легкий запах сероводорода. Минерализация воды достигает 4 г/л, состав хлоридный натриевый (Бородулина, Мазухина, 2005). По преданию, соляных ям было несколько, и из их воды местные крестьяне вываривали соль. «Трава, растущая вокруг колодцев, летом уничтожалась рогатым скотом немилосердно – до черной земли. Один крестьянин производил выпечку хлеба на этой воде без соли, и хлеб оказался таким же, как и испеченный с солью» (Старцев, Харкевич, 1985, с. 98). В начале 2000-х гг. была благоустроена территория вокруг родника, тропа к нему ободована досками, сделан новый сруб с навесом.



Рис. 3. Родник «Крошнозерский» (фото автора)
Fig. 3. Kroshnozersky Spring (photo by author)



Рис. 4. Источник «Соляная яма» (фото автора)
Fig. 4. Solyanaya Yama (Salt Pit) Spring (photo by author)

Говоря о феномене соляной ямы, необходимо упомянуть о скважинах, вскрывших солоноватые (от 1 до 7 г/л) хлоридные натриевые воды в Онежской структуре (у пос. Великая Губа, на острове Кижы, на месторождении Средняя Падма, в поселках Челмужи, Кузаранда, Песчаное, Маткачи) (Бородулина, 2017). Достоверных данных о соленых (более 10 г/л) водах в верхних частях (до 200–300 м) структуры не получено, но следует учитывать, что открытые стволы разведочно-эксплуатационных скважин пересекают несколько зон обводненной трещиноватости, поэтому при откачке или самоизливе скважин происходит смешение вод различных зон и происхождения, и можно предполагать, что минерализация воды глубоких горизонтов гораздо выше полученной при опробовании. Большинство исследователей считают, что такое глобальное явление, как соленые воды на щитах, невозможно связать с какими-либо древними или современными морскими бассейнами, и рассматривают альтернативные процессы (влияние газово-жидких включений, радиолиз, гидролиз силикатов и пр.) (Lampen, 1992; Крайнов и др., 2012). Не исключая возможности протекания автохтонных процессов в глубоких

зонах земной коры в условиях высокого давления, происхождение соленых подземных вод в пределах Онежской структуры можно связать с фактическим источником хлоридов – древними (ятулий) галитовыми отложениями (Онежская ..., 2011), а вероятные пути поступления хлоридов в верхние части геологического разреза объяснимы влиянием современной тектонической подвижности земной коры на формирование проницаемых зон. Образование «Соляной ямы» можно объяснить поступлением глубинных соленых вод по тектоническим зонам в верхние части разреза, а относительно невысокая минерализация, вероятно, является результатом смешения первично соленых вод с пресными приповерхностными водами.

Источник «Три Ивана» находится в южной части водосбора оз. Мягрозера, в 1,4 км к северу от оз. Карасозера, в 8 км к юго-востоку от дер. Черкасы. Родник расположен на пологом склоне в смешанном лесу, дает начало ручью. Каптирован брусом срубом. Дебит источника колеблется от 1 л/с в летнюю и зимнюю межень до 3 л/с весной. Родник представляет собой типичный пример разгрузки подземных вод верхней части гидрогеологического разреза, включающего маломощные четвертичные отложения и трещиноватую зону кристаллических пород нижнего протерозоя.

Название родника «Три Ивана» происходит, скорее всего, от названия урочища Иваны, по другой версии – от одноименной часовни, воздвигнутой над родником. Второе название – родник «Карасозерский». Родник издревле считался святым и пользовался широкой известностью у жителей Заонежья. По устным преданиям, к нему добирались паломники даже из отдаленных мест. В деревне Карасозера праздновали Иванов день. После богослужения в церкви верующие следовали к роднику, где обливались святой водой и переодевались в чистую одежду. В 1970-х годах прошлого столетия случай излечения (по словам больного) от экземы вызвал большой интерес к водам родника как целительного источника не только у жителей, но и у официальной медицины. В 1980-х годах республиканский кожно-венерологический диспансер на базе Великогубской больницы провел серию клинических исследований по лечению родниковой водой больных с различной кожной патологией. И хотя для больных нейродермитом результаты оказались очень нестойкими, а большинство больных с диффузным нейродермитом не имели положительной динамики, интерес к роднику не ослабел. Вода источника – хорошая питьевая вода: без цвета, запаха, пресная (минерализация около 0,1 г/л), по

составу гидрокарбонатная магниевая-кальциевая. Неоднократные опробования родника не выявили биологически активных компонентов в концентрациях, позволяющих отнести воду к лечебной минеральной. Следует подчеркнуть уязвимость неглубокого горизонта к загрязнению с поверхности.

Родник «Царицын ключ» находится у дороги Толвуя – Великая Губа, в 2 км от развилки на Кузаранду, на левом берегу р. Царевка. Родник каптирован валунами, над ним сооружена ротонда с шатровым куполом, главкой с лемехом и крестом. В 2013 г. источник был освящен в память семьи царя Николая – Царственных Страстотерпцев. Этот родник имеет давнюю историю, связанную с матерью первого русского царя Михаила Федоровича – инокиней Марфой, сосланной в Толвуйский погост при воцарении на престоле Бориса Годунова. По легенде, опальная монахиня лечилась водами источника, который стали называть «Царицын ключ». По нашим данным и сведениям местных жителей, в 300–400 м от каптированного родника в заболоченной пойме р. Царевки находится второй родник, который, возможно, и является историческим. Сток обоих родников в летнюю межень очень слабый. Вода по химическому составу одинакова – гидрокарбонатная кальциево-магниевая, но минерализация в первом (0,4 г/л) вдвое выше, чем во втором. Биологически активных компонентов в концентрациях, позволяющих отнести воду к лечебной минеральной, в источниках не выявлено. По химическому составу и минерализации вода соответствует питьевым нормам, хотя в воде «Царицына ключа» отмечается присутствие нитратов, даже невысокие концентрации которых свидетельствуют о загрязнении подземных вод, которое сохраняется с 1990-х годов – с периода, когда рядом с родником находилась летняя совхозная животноводческая ферма.

Три родника на окраинах г. Петрозаводска имеют статус памятников природы. Самый известный из них – «Сулажгорский», находится на выезде из города по Суоярвскому шоссе, на территории бывшего стадиона «Трудовые резервы», в верховьях руч. Безымянный, у подножия юго-восточного склона Сулажгорской гряды. Здесь вдоль склона наблюдаются многочисленные выходы грунтовых вод, в основном рассредоточенные, пластовые, которые по характеру выхода на поверхность являются контактными. Такие источники образуются, когда эрозионным врезом вскрывается контакт водоносного горизонта (песчано-гравийные отложения) с подстилающим водоупором (глинистая морена). Сосредоточен-

ный выход подземных вод каптирован бетонным кольцом с выведенной металлической трубой, из которой под навесом жители разбирают воду в емкости. Дебит источника колеблется по сезонам от 0.5 до 1 л/с. Родник пользуется огромной популярностью у населения города. Минерализация воды 0.2 г/л, состав гидрокарбонатный кальциево-магниевый (табл.). По питьевым качествам вода источника является лучшей среди родников города. Расположение родника на окраине города на границе с лесным массивом, территория которого является областью питания подземных вод, позволяет сохранить природный состав воды в отличие от большинства городских родников и колодцев, хотя, несмотря на реставрацию павильона, где происходит разбор воды, санитарное состояние окружающей территории оставляет желать лучшего.

Два других городских родника – памятника природы менее известны и редко посещаются. Родник «Онежский» расположен на южной окраине города в лесном массиве, в 400 м западнее оз. Четырехверстное, в 1 км от железнодорожного разъезда Онежский. Сосредоточенный выход подземных вод из моренных отложений дает начало ручью с расходом около 2 л/с. Минерализация воды 0.14 г/л, состав гидрокарбонатный магниевый-кальциевый (табл.). Благодаря удаленности от жилых районов и отсутствию автомобильного подъезда родник сохраняется в естественном состоянии.

Родник «Лососинский» имеет важное экологическое и познавательное значение, так как является редким представителем родников восходящего типа, сохранившимся в естественном состоянии в окрестностях крупного города. Находится он в 2 км к югу от микрорайона Кукковка, на правом берегу р. Лососинки, в урочище Лососинное, на бывших полях птицефабрики, которые в настоящее время активно застраиваются частными домами. Родник расположен на окраине мелиорированных полей, на пологом склоне речной долины, в 100 м от русла реки, дает начало безымянному ручейку, который впадает в р. Лососинку. Родник вскрывает напорный межморенный горизонт с дебитом около 2 л/с. Прежде был оборудован дощатым срубом, который в настоящее время практически разрушен. Для родниковой воды характерен стабильный по сезонам гидрокарбонатный кальциево-магниевый состав. Отмечается повышенная концентрация железа (до 6 мг/л) и марганца (до 1.2 мг/л), что делает воду мало пригодной для питьевых целей. Минерализация составляет 0.3 г/л (табл.). Родник посещается редко, так как находится в удаленном от города месте,

не имеет удобного подхода к воде, бурый осадок вокруг и внутри сруба создает малопривлекательный вид, вода имеет железистый привкус. Но эти недостатки с точки зрения потребителя сменяются преимуществом для сохранения родника в естественном состоянии как пример разгрузки напорного горизонта. Но в связи с интенсивным малоэтажным строительством в этом районе родник находится под угрозой исчезновения. Следует подчеркнуть, что кроме соблюдения санитарного режима охранной зоны необходимы меры по предупреждению истощения водоносного межморенного горизонта. В связи с перспективой расширения строительства жилого поселка этот аспект имеет даже более важное значение, чем качество воды. Истощение горизонта возможно из-за безлицензионной эксплуатации водоносного горизонта индивидуальными скважинами. Вследствие чрезмерной эксплуатации водоносного горизонта снижается напор подземных вод, и родник может исчезнуть. Наблюдения последних лет показали, что видимый расход родника уменьшился по сравнению с 2000 г.

Ниже по течению р. Лососинки, в районе Агробиологической станции КарНЦ РАН встречаются еще несколько небольших родников, дренирующих этот горизонт. Характерной чертой вод межморенных горизонтов является высокое содержание железа, хорошо мигрирующего в бескислородных условиях.

Многие родники имеют в народе свои имена – например, родник «Три березы» у д. Чекулай, родник «Кончезерский» в Кондопожском районе, Варварин родник у д. Коккойла (Пряжинский район). Есть «святые» родники: у д. Подгорной (Кондопожский район), у д. Фоймогуба, Космозеро (Заонежье), в Важеозерском, Муромском и Палеостровском монастырях, «Монастырский колодец» у д. Данилово.

Уникальный по химическому составу родник находится в Пудожском районе (северный берег оз. Рагнозеро), где в пределах распространения ультраосновных пород формируются щелочные воды невысокой минерализации гидрокарбонатного магниевого состава (табл.).

На базе родниковых вод вблизи Костомукши (11 км юго-восточнее города) организована добыча радоновой минеральной воды (месторождение Кондокское) для кабинета радонолечения в Костомукшской городской больнице (Бородулина, Левичев, 2019). Еще в 80-х гг. прошлого столетия на водоразделе озерно-речных систем р. Контокки – Лувозеро и р. Тюрююки – Кимасозеро при проведении поисково-оценочных работ на железные руды были выявлены родники с аномальной ра-

диоактивностью. Продуктивные подземные воды приурочены к тектоническому нарушению – надвигу гнейсо-гранитов на осадочно-вулканогенные породы верхнего архея. Здесь в самой верхней части разреза формируются безнапорные очень пресные (менее 0.1 г/л), слабокислые подземные воды. Диапазон сезонных и многолетних колебаний концентраций радона в эксплуатационном каптаже, сооруженном над родником, составляет 3200–4800 Бк/дм³ (среднегодовая концентрация 4200 Бк/дм³), что соответствует радоновым водам средней концентрации (табл.). В Карелии известны и другие проявления радоновых вод (рис. 1).

Говоря о примечательных родниках Карелии, нельзя не упомянуть первый русский курорт «Марциальные воды». В настоящее время здесь используют лечебные минеральные железистые воды, которые поступают самоизливом из четырех скважин (Ручьева, Голованов, 2006; Токарев и др., 2015; Бородулина и др., 2020). На их месте еще в 1930-х гг. существовали естественные источники железистых вод, обнаруженные при Петре I и послужившие основой первого русского курорта (Бородулина и др., 2019). Сульфатные воды с высоким содержанием железа формируются на небольших глубинах, в зонах окисления протерозойских пиритизированных шунгитсодержащих пород под воздействием кислородсодержащих атмосферных вод. Естественные выходы подземных вод на поверхность контролируются тектоническими нарушениями вдоль бортов долины, совпадающей с осью Мунозерской синклинали. К этой оси приурочен и ныне существующий родник, расположенный в 9 км к северо-западу от курорта на восточном берегу оз. Мунозеро, у деревни Тереки. Вода родника по химическому составу сходна с марциальной водой скважины №2 (Бородулина и др., 2020). «Мунозерский» родник интересен еще и тем, что, находясь у самого уреза воды в озере, в многоводные годы становится субквальной (подводным). Его выход на шельфе озера, благодаря ярким окристым отложениям на окружающих валунах, хорошо заметен с берега. По концентрации железа вода родников «Мунозерского» (46 мг/л) и «Кескозерского» (27 мг/л) относится к минеральной (табл.).

Заключение

На территории Карелии расположено большое количество как типичных, так и уникальных родников, которые могут рассматриваться как гидро-минеральные ресурсы или объекты экологического и культурно-познавательного туризма. Многолетние исследования подземных вод позволили охарактеризовать гидрогеологические условия

региона, оценить особенности формирования химического состава подземных вод и показать непригодность родниковых вод на территории населенных пунктов к использованию в питьевых целях.

Полноценная охрана родников, особенно в пределах поселений, возможна только при наличии действующей нормативно-правовой базы. Лишь 7 родников в регионе имеют статус ООПТ, хотя его заслуживают и другие родники, имеющие природоохранную и социально-экономическую ценность. Следует подчеркнуть, что родник как памятник природы не должен быть точечным объектом, его необходимо рассматривать как природно-территориальный комплекс с установленным водоохраной зоны.

В любом случае необходимы исследования по инвентаризации, учету и мониторингу состояния родников, созданию современного их каталога. Также необходима популяризация научных знаний о подземных водах как важной части круговорота воды, тесно связанной с окружающей средой.

Финансовое обеспечение исследований осуществлено из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН).

Список литературы

1. Балагуров Я.А. Крестьянские железодельные промыслы в Карелии в середине XVIII столетия // Известия Карело-Финского филиала Академии наук СССР. 1949. №4. С. 98–107.
2. Богачев М.А., Иешина А.В., Ильин В.А., Поленов И.К., Соколов С.Я. Подземные воды флювиогляциальных отложений на примере района Талая ламба // Водные ресурсы Карелии и их использование. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1979. С. 123–136.
3. Бородулина Г.С. Хлоридные воды Онежской структуры // Озера Евразии: проблемы и пути их решения / Материалы I-й Международной конференции. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2017. С. 320–326.
4. Бородулина Г.С., Левичев М.А. Ресурсы и геохимия подземных вод Карелии // Горный журнал. 2019. №3. С. 71–75. DOI: 10.17580/gzh.2019.03.14
5. Бородулина Г.С., Мазухина С.И. Подземные воды Заонежья // Экологические проблемы освоения месторождения Средняя Падма. Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН. 2005. С. 48–54.
6. Бородулина Г.С., Светов С.А., Токарев И.В., Левичев М.А. Роль высокоуглеродистых (шунгитсодержащих) пород в формировании состава подземных вод Онежской структуры // Труды Карельского научного центра РАН. Сер. Лимнология и океанология. 2020. №9. С. 72–87. DOI: 10.17076/lim1259
7. Бородулина Г.С., Токарев И.В., Левичев М.А. Первому русскому курорту – 300 лет. История изучения марциальных вод // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2019. Т. 96, №4. С. 76–82. DOI: 10.17116/

kurort20199604176.

8. Водные ресурсы Республики Карелия и пути их использования для питьевого водоснабжения. Опыт карельско-финляндского сотрудничества. Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 2006. 263 с.

9. Гагарина О.В., Юнусова Л.З. Охрана родников как источников питьевого водоснабжения в аспекте развития федеральной, региональной и местной нормативно-правовой базы // Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о Земле. 2015. Т. 25, вып. 2. С. 7–16.

10. Гидрогеология СССР. Т. XXVII. Мурманская область и Карельская АССР. М.: Недра, 1971. 295 с.

11. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Карелия в 2022 году. Петрозаводск, 2022. 263 с.

12. Иешина А.В., Поленов И.К., Богачев М.А., Териуков В.С., Логинова Л.Ф., Перская Е.А., Бородулина Г.С. Ресурсы и геохимия подземных вод Карелии. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1987. 151 с.

13. Крайнов С. Р., Рыженко Б. Н., Швец В. М. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2012. 672 с.

14. Крутских Н.В., Бородулина Г.С., Казнина Н.М., Батова Ю.В., Рязанцев П.А., Ахметова Г.В., Новиков С.Г., Кравченко И.Ю. Геоэкологические основы организации мониторинга северных урбанизированных территорий (на примере г. Петрозаводска) // Труды Карельского научного центра РАН. Сер. Экологические исследования. 2016. №12. С. 52–67. DOI: 10.17076/eco361

15. Лозовик П.А., Бородулина Г.С. Соединения азота в поверхностных и подземных водах Карелии // Водные ресурсы. 2009. Т. 36, №6. С. 694–704.

16. Макарихин В.В., Медведев П.В., Рычанчик Д.В. Геологические памятники природы Карелии. Петрозаводск: КарНЦ, 2006. 192 с.

17. Мнацеканов Р.А., Сергеева М.И., Филиппова Е.В. Методические рекомендации по созданию особо охраняемых природных территорий федерального и регионального значения. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2021. 216 с.

18. Онежская палеопротерозойская структура (геология, тектоника, глубинное строение и минерализация). Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 2011. 431 с.

19. Родники Ленинградской области (Электронный ресурс). URL: <https://rodniki.kp.ru/> (дата обращения: 30.06.2022).

20. Ручьева Н.П., Голованов Ю.Б. Подземные воды и лечебные грязи // Минерально-сырьевая база Республики Карелия. Кн. 2. Петрозаводск: Карелия, 2006. С. 243–264.

21. Святые родники Заонежья // Киж. 2009. №9(60). URL: <http://kizhi.karelia.ru/info/about/newspaper/66/1338.html> (дата обращения: 31.05.2022).

22. Список населенных мест Олонецкой губернии по сведениям за 1905 год // Олонецкий губернский статистический комитет. Петрозаводск: Олонецкая губ. тип., 1907. 326 с.

23. Старцев Н.С. Примечательные родники Петрозаводска // Краевед. 10 лет. Петрозаводск: Изд-во Петрозаводского гос. ун-та, 1999. С. 94–97.

24. Старцев Н.С., Харкевич Н.С. «Соляная яма» в Южной Карелии // Природа и хозяйство Севера. Мурманск, 1985. С. 98–101.

25. Токарев И.В., Бородулина Г.С., Блаженникова И.В., Авраменко И.А. Условия формирования железистых минеральных вод по изотопно-геохимическим данным (курорт «Марциальные воды», Карелия) // Геохимия. 2015. №1. С. 88–91. DOI: 10.7868/S0016752514110090.

26. Хохлова Т.Ю., Антипин В.К., Токарев П.Н. Особо

охраняемые природные территории Карелии. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2000. 312 с.

27. Шимкович Н.Ф. Гидрогеологическая карта СССР условий водоснабжения рассредоточенного населения в особый период. Карельская АССР. Т. II, кн. 3. Л.: Недра, 1970.

28. Lampen P. Saline groundwater in crystalline bedrock – a literature survey. Helsinki, 1992. 91 p.

References

1. Balagurov Ya.A. Krest'yanskije zhelezodelatel'nye promysly v Karelii v seredine XVIII stoletiya [Peasant ironworks in Karelia in the middle of the 18th century] // Izvestiya Karelo-Finskogo filiala Akademii nauk SSSR [Proceedings of the Karelian-Finnish Branch of the USSR Academy of Sciences]. 1949. No 4. P. 98–107.

2. Bogachev M.A., Ieshina A.V., Il'in V.A., Polenov I. K., Sokolov S. Ya. Podzemnye vody flyuvioglyacial'nykh otlozhenij na primere rajona Talaya lamba [Groundwaters of fluvioglacial deposits on the example of the area of Talaya Lamba] // Vodnye resursy Karelii i ikh ispol'zovanie [Water resources of Karelia and their use]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR. 1979. P. 123–136.

3. Borodulina G.S. Hloridnye vody Onezhskoj struktury [Chloride waters of the Onega structure] // Ozera Evrazii: problemy i puti ikh resheniya. Mat. 1-i Mezhdunarod. konf. [Lakes of Eurasia: Problems and solutions. Proceedings of the 1st international conference]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2017. P. 320–326.

4. Borodulina G.S., Levichev M.A. Resursy i geohimiya podzemnykh vod Karelii [Resources and geochemistry of groundwater in Karelia] // Gornyi zhurnal [Mining Journal]. 2019. No 3. P. 71–75. DOI: 10.17580/gzh.2019.03.14.

5. Borodulina G.S., Mazukchina S.I. Podzemnye vody Zaonezh'ya [Groundwater of Zaonezhye] // Ekologicheskie problemy osvoeniya mestorozhdeniya Srednyaya Padma [Ecological problems of the Srednyaya Padma deposit development]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2005. P. 48–54.

6. Borodulina G.S., Svetov S.A., Tokarev I.V., Levichev M.A. Rol' vysokouglerodistykh (shungitsoderzhashchih) porod v formirovanii sostava podzemnykh vod Onezhskoj struktury [The role of high-carbon (shungite-bearing) rocks in forming the composition of subsurface water in the Onega structure] // Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN. Ser. Limnologiya i okeanologiya [Transactions of the Karelian Research Centre RAS. Limnology and ocnology ser/]. 2020. No 9. P. 72–87. DOI: 10.17076/lim1259.

7. Borodulina G.S., Tokarev I.V., Levichev M.A. Pervomu russkomu kurortu – 300 let. Istoriya izucheniya marcial'nykh vod [300 years of the first Russian resort. History of studies of marcial waters] // Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kultury [Issues of Balneology, Physiotherapy and Therapeutic Physical Culture]. 2019. Vol. 96, No 4. P. 76–82. DOI: 10.17116/kurort20199604176.

8. Vodnye resursy Respubliki Kareliya i puti ih ispol'zovaniya dlya pit'evogo vodosnabzheniya. Opyt karel'sko-finlyandskogo sotrudnichestva [Water resources of the Republic of Karelia and their use for drinking water supply. Experience of Karelian-Finnish cooperation]. Petrozavodsk: KarRC RAS. 2006. 263 p.

9. Gagarina O.V., Yunusova L.Z. Ohrana rodnikov kak istochnikov pit'evogo vodosnabzheniya v aspekte razvitiya federal'noj, regional'noj i mestnoj normativno-pravovoj bazy [Protection of springs as sources of drinking water supply in the aspect of the development of the federal, regional and local regulatory framework] // Vestnik Udmurtskogo universiteta. Ser. Biologiya. Nauki o Zemle [Bulletin of the Udmurt University. Biology. Earth Sciences Ser.]. 2015. Vol. 25, No 2. P. 7–16.

10. Gidrogeologiya SSSR. T. XXVII. Murmanskaya oblast'

- i Karelskaya ASSR [Hydrogeology of the USSR. Vol. XXVII. Murmansk Region and Karelian ASSR]. Moscow: Nedra, 1971. 295 p.
11. Gosudarstvennyj doklad o sostoyanii okruzhayushchej prirodnoj sredy Respubliki Kareliya v 2015 godu [State report on the state of the environment in the Republic of Karelia in 2022]. Petrozavodsk, 2022. 263 p.
 12. Ieshina A.V., Polenov I.K., Bogachev M.A., Terukov V.S., Loginova L.F., Perskaya E.A., Borodulina G.S. Resursy i geohimiya podzemnyh vod Karelii [Resources and geochemistry of groundwaters of Karelia]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR. 1987. 151 p.
 13. Krainov S.R., Ryzhenko B.N., Shvets V.M. Geohimiya podzemnyh vod. Teoreticheskie, prikladnye i ekologicheskie aspekty [Geochemistry of groundwater. Theoretical, applied and ecological aspects]. Moscow, 2012. 672 p.
 14. Krutskikh N.V., Borodulina G.S., Kaznina N.M., Batova Yu.V., Ryazantsev P.A., Akhmetova G.V., Novikov S.G., Kravchenko I.Yu. Geoekologicheskie osnovy organizacii monitoringa severnyh urbanizirovannyh territorij (na primere g. Petrozavodsk) [Geoecological basis for setting up the monitoring of urbanized areas in the north (the example of Petrozavodsk)] // Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN. Ser. Ekologicheskie issledovaniya [Transactions of the Karelian Research Centre RAS. Ecological studies Ser.]. 2016. No 12. P. 52–67. DOI: 10.17076/eco361.
 15. Lozovik P.A., Borodulina G.S. Soedineniya azota v poverhnostnyh i podzemnyh vodah Karelii [Nitrogen compounds in surface and underground waters of Karelia]. Vodnye resursy [Water Resources], 2009. Vol. 36, No 6. P. 694–704.
 16. Makarikhin V.V., Medvedev P.V., Rychanchik D.V. Geologicheskie pamyatniki prirody Karelii [Geological natural monuments of Karelia]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2006. 192 p.
 17. Mnatskanov R.A., Sergeeva M.I., Filippova E.V. Metodicheskie rekomendacii po sozdaniyu osobo ohranyaemyh prirodnyh territorij federal'nogo i regional'nogo znacheniya [Guidelines for creating specially protected natural areas territories of federal and regional significance]. Moscow: World Wildlife Fund nature, 2021. 216 p.
 18. Onezhskaya paleoproterozoijskaya struktura (geologiya, tektonika, glubinnoe stroenie i minerageniya) [Palaeoproterozoic Onega Structure (geology, tectonics, deep structure and mineralogeny)]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2011. 431 p.
 19. Rodniki Leningradskoj oblasti [Springs of the Leningrad Region]. URL: <https://rodniki.kp.ru/> (accessed: 30.06.2022).
 20. Ruch'eva N.P., Golovanov Yu.B. Podzemnye vody i lechebnye gryazi [Groundwaters and therapeutic mud] // Mineral'no-syr'evaya baza Respubliki Kareliya. Kn. 2 [Mineral resource base of the Republic of Karelia. B. 2]. Petrozavodsk: Kareliya, 2006. P. 243–264.
 21. Svyatye rodniki Zaonezh'ya [Holy springs of Zaonezhye] // Kizhi [Kizh]. 2009. No 9(60). URL: <http://kizhi.karelia.ru/info/about/newspaper/66/1338.html> (accessed: 31.05.2022).
 22. Spisok naselennyh mest Oloneckoj gubernii po svedeniyam za 1905 god // Oloneckij gubernskij statisticheskij komitet [List of settlements in the Olonets Province according to data for 1905. Olonets Provincial statistical committee]. Petrozavodsk: Olonets, 1907. 326 p.
 23. Startsev N.S. Primechatel'nye rodniki Petrozavodskaja [Remarkable springs of Petrozavodsk] // Kraeved. 10 let [Local historian. 10 years]. Petrozavodsk: PetrGU, 1999. P. 94–97.
 24. Startsev N.S., Kharkevich N.S. «Solyanaya yama» v YUzhnoj Karelii [«Salt pit» in South Karelia] // Priroda i khozyaistvo Severa [Nature and Economy of the North]. Murmansk, 1985. P. 98–101.
 25. Tokarev I.V., Borodulina G.S., Blazhennikova I.V., Avramenko I.A. Usloviya formirovaniya zhelezistykh mineral'nyh vod po izotopno-geohimicheskim dannym (kurort «Marcial'nye vody»). Kareliya [Conditions for the formation of ferruginous mineral waters according to isotope-geochemical data (Martsialnye Vody resort, Karelia)] // Geokhimiya [Geochemistry]. 2015. No 1. P. 88–91. DOI: 10.7868/S0016752514110090
 26. Khokhlova T.Yu., Antipin V.K., Tokarev P.N. Specially protected natural territories of Karelia. Petrozavodsk, 2000. 312 p.
 27. Shimkovich N.F. Gidrogeologicheskaya karta SSSR uslovij vodosnabzheniya rassredotochennogo naseleniya v osobyj period [Hydrogeological map of the USSR of water supply conditions for a dispersed population in a special period. Karelian ASSR]. Vol. II, book 3. Leningrad: Nedra, 1970.
 28. Lampen P. Saline groundwater in crystalline bedrock – a literature survey. Helsinki, 1992. 91 p.

Borodulina G.S. Springs of Karelia – natural objects of scientific and social significance.

The article outlines the general hydrogeological conditions in the region and the patterns of groundwater flow formation. Information about springs of Karelia, their study, quantity, and use is summarized. The chemical composition of groundwater is described; the state of springs under anthropogenic pressure is assessed. It is shown that urban springs should not be considered as sources of drinking water due to nitrate pollution. A description is provided for some remarkable springs of Karelia protected as hydrogeological nature monuments, as well as other springs with historical value or unique natural qualities (discharge, chemical composition). The need to carry out the inventory and monitoring of the state of springs and to create an updated catalog of springs of the region is emphasized. Among the numerous springs of the region there are many that stand out for their natural features, landscape and historical attractiveness, and suitability as sources of drinking and mineral water. The possibilities of using springs of Karelia in nature- and cultural tourism are demonstrated.

Keywords: groundwater; springwater runoff; catalog; chemical composition; nature monuments; tourism

Раскрытие информации о конфликте интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов / Disclosure of conflict of interest information: The author claims no conflict of interest

Информация о статье / Information about the article

Поступила в редакцию / Entered the editorial office: 31.10.2022

Одобрено рецензентами / Approved by reviewers: 01.11.2022

Принята к публикации / Accepted for publication: 17.11.2022

Информация об авторах

Бородулина Галина Сергеевна, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН, 185003, г. Петрозаводск, пр. Александра Невского, 50. E-mail: bor6805@yandex.ru.

Information about the authors

Galina S. Borodulina, PhD. in Geology, Senior Researcher, Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, 50, Aleksander Nevsky st., Petrozavodsk, 185030, Russia, E-mail: bor6805@yandex.ru.



ISSN 2411-7374 (print)
ISSN 2782-6643 (online)



РОССИЙСКИЙ ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНОЙ ЭКОЛОГИИ

4/2022

