

## ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОДЗЕМНЫХ ВОД РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

*Целью работы является обзор современного состояния изученности ресурсов подземных вод Республики Карелия и их использования в хозяйственно-питьевых целях. Анализируются результаты работ по оценке и разведке запасов пресных подземных вод, оценке их химического состава и основных компонентов, ухудшающих качество воды, приведены сведения о месторождениях минеральных вод. Разведано 33 месторождения пресных подземных вод и 3 месторождения минеральных. В то же время наблюдается низкий процент использования разведанных месторождений, степень освоения запасов не превышает 10%. Только один город республики Олонец полностью обеспечен питьевыми подземными водами. Показано, что в балансе современного водоснабжения подземные воды составляют крайне небольшую долю (около 5%) и существует дефицит водопотребления подземных вод, который может измениться за счет освоения разведанных месторождений и выявления новых, поскольку эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод превышают потребность в них.*

### **Ключевые слова:**

*водоснабжение, запасы, Карелия, качество воды, минеральные воды, подземные воды, ресурсы.*

Бородулина Г.С., Левичев М.А., Субетто Д.А. Оценка использования ресурсного потенциала подземных вод Республики Карелия // Общество. Среда. Развитие. – 2017, № 4. – С. 152–156.

- © Бородулина Галина Сергеевна – кандидат геолого-минералогических наук, доцент, старший научный сотрудник, Институт водных проблем Севера Карельский научный центр РАН, Петрозаводск; e-mail: bor6805@yandex.ru
- © Левичев Михаил Александрович – главный гидрогеолог, Институт водных проблем Севера Карельский научный центр РАН, Петрозаводск; e-mail: mikhail-levichev@mail.ru
- © Субетто Дмитрий Александрович – доктор географических наук, профессор, директор, Институт водных проблем Севера Карельский научный центр РАН, Петрозаводск; e-mail: subetto@mail.ru

Традиционным и основным источником водоснабжения в Карелии являются поверхностные воды. Озерность территории республики с учетом карельских частей Онежского и Ладожского озер достигает 21%, что является одной из самых высоких в мире. Но все водозаборы расположены в непосредственной близости к населенным и промышленным зонам, и сточные воды сбрасываются в водоемы – источники водоснабжения, причем объемы нормативно очищенных вод не превышают 15% сброшенных вод. Поэтому помимо неудовлетворительного природного качества поверхностных вод (низкая минерализация, высокая концентрация органических веществ, железа) техногенное загрязнение водоемов вызывает острую проблему обеспечения населения Карелии питьевой водой нормативного качества. Решением проблемы может стать использование подземных вод как приоритетного источника хозяйственно-питьевого водоснабжения по природному качеству и естественной защищенности от поверхностного загрязнения. Доля подземных вод в общем балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения республики никогда не превышала 5%, что является

наименьшим показателем для регионов России. Во многом это определяется гидрогеологическими особенностями региона, хотя в соседней Финляндии, имеющей сходные природные условия, использование подземных вод достигает 70% [4].

### **Результаты и основные выводы**

Региональные и поисково-разведочные работы в области картирования ресурсов подземных вод, поисков, оценки и разведки эксплуатационных запасов начались во второй половине XX века. Подавляющая часть территории Карелии входит в состав Балтийского гидрогеологического массива трещинных и трещинно-жильных вод, лишь южные районы относятся к окраинам артезианских бассейнов Русской платформы. Локализация подземных вод фиксируется в верхней трещиноватой зоне кристаллического массива, сложенного породами нижнего протерозоя и архея, в пределах артезианских бассейнов выделяются верхнепротерозойские нижне- и верхнекотлинские водоносные горизонты. Несмотря на характерную для региона небольшую мощность и крайне неоднородное строение четвертичного покрова, на территориях, сложенных песчаными флювиогляциальными отложениями

мощностью 20 и более метров, создаются благоприятные условия для аккумуляции подземных вод.

Ресурный потенциал пресных подземных вод Карелии по разным оценкам колеблется от 0,14 до 4 млн м<sup>3</sup>/сут. [5; 6; 8; 9]. Впервые на территории Карелии региональная оценка ресурсов подземных вод была выполнена в начале 60-х годов прошлого века. При этом учитывались только естественные (геологические, емкостные) запасы подземных вод за счет осушения водоносного горизонта и не принимались в расчет естественные ресурсы подземных вод. Доля сработки емкостных запасов при эксплуатации трещинных вод невелика из-за низкой водоотдачи трещиноватых пород. Поэтому полученные величины модуля эксплуатационных ресурсов 0,04–0,09 л/с км<sup>2</sup> явно занижены. Позже эти значения модулей распространены на всю территорию восточного склона Балтийского массива (Карелия и Мурманская область) и эксплуатационные ресурсы оценены в 2,6 млн м<sup>3</sup>/сут. [6]. Еще более низкие модули (0,01 л/с км<sup>2</sup>) и объемы эксплуатационных ресурсов Карелии (0,137 млн м<sup>3</sup>/сут.) приводятся в Информационных бюллетенях о состоянии недр на территории Российской Федерации со ссылкой на оценки 70–80 гг. прошлого века [9].

Как известно, основным и неограниченным источником формирования эксплуатационных ресурсов безнапорных вод являются естественные ресурсы, обеспеченные инфильтрационным питанием. Естественные ресурсы подземных вод Карелии, количественно равные подземному стоку в реки с учетом озерного регулирования, оценены И.К. Поленовым в 8,5 км<sup>3</sup>/год и с использованием значений модулей естественных ресурсов рассчитаны эксплуатационные ресурсы в объеме 4 млн м<sup>3</sup>/сут. [13]. На рубеже XX–XXI вв. в ходе работ по оценке современного состояния ресурсов, использования подземных вод и обеспеченности потребностей населения в воде питьевого качества, а также исследований по оценке ресурсного потенциала подземных вод России по субъектам и гидрогеологическим структурам ресурсный потенциал Карелии оценен в 1,7–2,1 млн м<sup>3</sup>/сут. [1; 2; 12; 15]. Эти оценки позволяют отнести большинство районов республики к категории надежно обеспеченных ресурсами подземных вод.

К настоящему времени в Карелии разведано 33 месторождения пресных подземных вод и 3 месторождения минеральных. Разведанные запасы подземных вод

составляют 95,4 тыс. м<sup>3</sup>/сут., в том числе подготовленные для промышленного освоения 17,6 тыс. м<sup>3</sup>/сут. [7]. Около 90% запасов приходится на месторождения пресных подземных вод, формирующихся в верхне- и нижнекотлинском водоносных горизонтах: Петрозаводское (78,7 тыс. м<sup>3</sup>/сут.) и Олонецкое (6,6 м<sup>3</sup>/сут.). Остальные запасы подземных вод сосредоточены в месторождениях четвертичных отложений и трещиноватой зоны кристаллических пород протерозоя и архея. Часть ресурсов относится к категории выявленных (C<sub>2</sub>) или предварительно оцененных (C<sub>1</sub>) и требуют продолжения геолого-разведочных работ для подготовки месторождений к промышленному освоению. Большинство месторождений – мелкие, с запасами менее 1 тыс. м<sup>3</sup>/сут., многие из них эксплуатируются одиночными водозаборами. Степень разведанности ресурсного потенциала республики низкая и составляет по разным оценкам от 2% до 22%, что свидетельствует о больших потенциальных возможностях наращивания разведанных запасов подземных вод.

К 2017 г. произошло уменьшение количества месторождений и, соответственно, запасов подземных вод после проведения работ по оценке состояния месторождений питьевых и технических подземных вод нераспределенного фонда недр с целью приведения их запасов в соответствие с действующим законодательством на территории Мурманской области и Республики Карелия. В результате на территории Республики Карелия списаны запасы по 5 месторождениям подземных вод в общем объеме 6,2 тыс. м<sup>3</sup>/сут. и переоценены запасы с изменением их категорий на 4 месторождениях. В настоящее время эксплуатируются 22 месторождения, из них право пользования недрами лицензировано лишь на 12 месторождениях пресных подземных вод и 1 месторождении минеральных подземных вод «Марциальные воды».

Централизованное водоснабжение за счет подземных вод организовано только в г. Олонец, п. Повенец, п. Новая Вилга, п. Пряжа и в одном из микрорайонов г. Петрозаводска, причём лишь г. Олонец полностью обеспечен питьевыми подземными водами. Остальные водозаборы, как правило, состоят из одиночных скважин с производительностью от 1 до 400 м<sup>3</sup>/сут., в основном 30–50 м<sup>3</sup>/сут. Как показало обследование одиночных скважин в двух районах Карелии, только 18 из 97 скважин были объектами лицензий добычи подземных вод.

Особого внимания заслуживают месторождения подземных вод в верхнечетвертичных флювиогляциальных отложениях. Разведанные запасы подземных вод 5 таких месторождений в Карелии в объеме 4,8 тыс. м<sup>3</sup>/сут. составляют всего 5% от общей величины запасов. Но, несмотря на малую их долю и небольшую производительность водозаборов (150–2000 м<sup>3</sup>/сут.), они полностью могут обеспечивать водопотребность небольших поселков [3]. Основной причиной, по которой месторождения не используются (за исключением Пряжинского), является значительная удаленность их от водопотребителя, так как близкорасположенные участки песчаных отложений, как правило, заняты свалками, кладбищами, предприятиями и т.п. В Финляндии подобного рода месторождения подземных вод широко эксплуатируются – только для рассредоточенных населенных пунктов построено более 1100 водозаборов, а общая численность населения, использующего подземную воду в стране, оценивается в 3,5 млн человек [4].

В 2016 г. в Республике Карелия учтенный суммарный отбор подземных вод составил около 70 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Из них 88% приходится на карьерный водоотлив при разработке месторождений полезных ископаемых в Костомукше, Прионежском, Питкяранском и Медвежьегорском районах. На объектах извлечения подземные воды не используются, весь объем идет на сброс. На хозяйственно-питьевое водоснабжение в республике использовалось лишь около 6 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В среднем удельное водопотребление подземных вод для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения составляет около 9 л/сут. на человека. Этот показатель является наименьшим не только среди северных регионов, но и всех субъектов России. Максимальное удельное водопотребление подземных вод (58 л/сут. на человека) отмечается в Олонецком районе.

И без того низкая по республике величина водоотбора подземных вод занижается за счет низкой отчетности недропользователей. Кроме того, в последние годы в населенных пунктах отмечается бурное строительство индивидуальных скважин, при этом учет и контроль этой деятельности и состояния водоносных горизонтов не ведется.

Подземные воды верхней зоны гидрогеологического разреза характеризуются невысокой минерализацией, преимущественно до 0,5 г/л, и гидрокарбонатным кальциево-магниевым составом. При

уменьшении интенсивности водообмена возрастает время взаимодействия в системе порода – вода, выявляется региональная вертикальная и горизонтальная зональность, определяющая увеличение минерализации подземных вод с глубиной и по мере уменьшения степени расчлененности рельефа. В пределах Онежской мульды наиболее часто встречаются подземные воды гидрокарбонатно-хлоридные натриевые и гидрокарбонатные натриевые. В районах распространения ультраосновных пород формируются уникальные по составу подземные воды: маломинерализованные (0,2 г/л) щелочные (рН 8,3–9,8) гидрокарбонатные магниевые. В шунгитсодержащих породах с характерным для них сульфидным обогащением формируются сульфатные кальциево-магниевые воды. Именно с окислением сульфидов шунгитовых сланцев связывают формирование минеральных железистых вод месторождения «Марциальные воды», которые используются в лечебно-питьевых целях на единственном в Карелии одноименном курорте [14]. Высокожелезистые воды в качестве характерного типа («марциальный») представлены в ГОСТ Р 54316-2011 «Воды минеральные природные питьевые». Естественные источники железистых вод в районе оз. Габозеро были обнаружены при Петре I, который и основал в 1719 г. первый в России курорт. Запасы минеральных вод составляют 15,6 м<sup>3</sup>/сут. 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).

Для питьевого водоснабжения высокие содержания в воде железа, иногда совместно с марганцем, создают основную проблему. Обследование одиночных скважин на воду только в двух административных районах Карелии показало, что вода 40% действующих скважин не соответствует нормативным требованиям для питьевых вод по концентрациям железа, зачастую с этим связаны и высокие показатели цветности и мутности воды.

В настоящее время только на одном участке Петрозаводского месторождения используется для водоснабжения воды с концентрацией железа до 2 мг/л с предварительной водоподготовкой.

Другая геохимическая особенность пресных подземных вод Карелии – высокие содержания радона, достигающие значений в тысячи беккерелей в литре [4]. В воде 50% обследованных скважин и 20% родников содержание радона выше допустимого уровня для вод питьевого водоснабжения. В то же время радон является биологически активным компонентом, и в пределах Карелии известны многие проявления радоновых вод средней концентрации: Хапунваара, Карташи, Песчаное. В 2009 г. на Кондошском участке Костомукшского железорудного района утверждены запасы (6 м<sup>3</sup>/сут.) радоновых вод средней концентрации для восстановительного лечения в г. Костомукше. Кондошское месторождение является единственным месторождением радоновых вод с утвержденными запасами на северо-западе России. С 2011 г. водоотбор на месторождении приостановлен из-за отсутствия лицензии.

Не эксплуатируется в настоящее время Олонецкое 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 и трещиноватых гранитов-рапакиви. Запасы оценены в объеме 18,8 м<sup>3</sup>/сут. Воды хлоридные натриевые с минерализацией 4–9 г/л, в 90-е годы использовались для розлива.

Кроме компонентов природного происхождения, ухудшающими качество подземных вод питьевого водоснабжения, прямыми показателями антропогенного загрязнения являются нитраты хозяйственно-бытового происхождения [10; 11]. На территории населенных пунктов грунтовые воды повсеместно загряз-

нены нитратами, наблюдается опасная тенденция – увеличение нитратов в водах кристаллических пород с маломощным чехлом четвертичных отложений. Особенно опасно нитратное загрязнение для вод флювиогляциальных отложений, перспективных для организации водоснабжения. Поэтому основная причина неиспользования разведанных месторождений – удаленность от потребителя, становится преимуществом с точки зрения сохранения природного качества подземных вод.

Анализ современного состояния ресурсов и запасов подземных вод и их использования в водоснабжении населения Республики Карелия позволяет сделать следующие выводы.

В общем балансе современного водоснабжения подземные воды составляют крайне небольшую долю, и существует дефицит водопотребления подземных вод, который может измениться как за счет освоения разведанных месторождений, особенно Петрозаводского, так и за счет выявления новых месторождений, поскольку эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод превышают потребность в них. Степень разведанности ресурсного потенциала Республики Карелия низкая и составляет по разным оценкам от 2% до 22%, что свидетельствует о больших потенциальных возможностях наращивания разведанных запасов подземных вод. В то же время отмечается относительно низкий процент использования разведанных месторождений. Степень освоения запасов не превышает 10%. Необходимо интенсифицировать работу по оценке запасов на участках действующих водозаборов с ранее неутвержденными запасами, продолжить геолого-разведочные работы на выявленных и предварительно оцененных месторождениях для подготовки их к промышленному освоению, созданию системы мониторинга подземных вод, обеспечивающего контроль текущего состояния, рационального использования их ресурсного потенциала и охраны от истощения и загрязнения.

## Список литературы:

- [1] Боровский Б.В., Язвин А.С. Оценка обеспеченности населения Российской Федерации ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения // Методические рекомендации по проведению второго этапа работ. – М.: ГИДЭЖ, 1995. – 61 с.
- [2] Боровский Б.В., Язвин А.А. Результаты оценки ресурсного потенциала пресных подземных вод на территории Российской Федерации // Питьевые подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии: материалы международной научно-практической конференции. Часть 2. – Московская область, п. Зеленый. – 2011. – С. 39–49.

- [3] Бородулина Г.С., Игонин А.В. Подземные воды Карелии // Горный журнал. – 2012, № 5. – С. 32–33.
- [4] Водные ресурсы Республики Карелия и пути их использования для питьевого водоснабжения. Опыт карельско-финляндского сотрудничества. – Петрозаводск-Куопио: КарНЦ РАН, 2006. – 263 с.
- [5] Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И.А. Шикломанова. – СПб.: ГГИ, 2008. – 600 с.
- [6] Гидрогеология СССР. Сводный том. Выпуск № 3. – М., 1977. – 216 с.
- [7] Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Карелия в 2016 году. – Петрозаводск, 2017. – 260 с.
- [8] Зекцер И.С. Подземный сток и ресурсы пресных подземных вод. – М.: Научный мир, 2012. – 374 с.
- [9] Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Российской Федерации в 2013. Выпуск № 37. – М.: Геоинформмарк, 2014. – 226 с.
- [10] 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. Серия: Экологические исследования. – 2016, № 12. – С. 52–67.
- [11] Лозовик П.А., Бородулина Г.С. Соединения азота в поверхностных и подземных водах Карелии // Водные ресурсы. Т. 36. – 2009, № 6. – С. 694–704.
- [12] Пугач С.А., Боревский Б.В., Язвин А.А. Подземные воды: состояние обеспеченности питьевыми и техническими водами // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2008, № 4. – С. 88–93.
- [13] Ресурсы и геохимия подземных вод Карелии. – Петрозаводск, 1987. – 151 с.
- [14] 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.
- [15] Язвин А.С. Оценка прогнозных ресурсов питьевых подземных вод и обеспеченность населения России подземными водами для хозяйственно-питьевого водоснабжения // Разведка и охрана недр. – 2003, № 10. – С. 13–20.