Качество питьевой воды арктических регионов России на примере реки Умба (Мурманская область)

Мазухина С.И.

Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН КНЦ РАН, Апатиты, simazukhina@mail.ru;

Пожиленко В.И.

Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты, pozhil@geoksc.apatity.ru;

Терещенко П.С.

Научно-исследовательский центр медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике КНЦ РАН, Апатиты, tereshchenko_pash@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Определено современное состояние качества воды в районе посёлка Умба, используемой как питьевой из разных источников – из озера, из реки Умба, из скважин и родников. Несмотря на некоторые отличия химического состава вод по показателям ГСанПиН 2.2.4-171-10 все пробы питьевых источников вполне пригодны для питьевого использования и соответствуют санитарным нормам.

The quality of drinking water in the Arctic regions of Russia on the example of the Umba river (Murmansk region)

Mazukhina S.I.

Institute of industrial ecology of the North of the Kola scientific center of the Russian Academy of Sciences, Apatity, simazukhina@mail.ru;

Pozhilenko V.I.

Geological Institute of the Kola scientific center of the Russian Academy of Sciences, Apatity, pozhil@geoksc.apatity.ru;

Tereshchenko P.S.

Research center for biomedical problems of human adaptation in the Arctic of the Kola scientific center of the Russian Academy of Sciences, Apatity, tereshchenko_pash@mail.ru

ABSTRACT: The current state of water quality in the area of the village of Umba, used as drinking water from different sources – from the lake, from the river Umba, from wells and springs, is determined. Despite some differences in the chemical composition of water in terms of SanPiN 2.2.4-171-10 all samples of drinking sources are quite suitable for drinking use and meet sanitary standards.

ВВЕДЕНИЕ

Исследователи России и зарубежных стран, занимающиеся медико-экологическим загрязнением питьевой воды, указывают на связь здоровья населения с химическим составом подземных и метеорных вод. На формирование химического состава подземных вод оказывают влияние химические составы пород и поверхностных вод.

В настоящее время качество питьевых вод в России оценивается по СанПину (сравнение с ПДК элементов или соединений), но в ряде работ указывается на необходимость учитывать еще и соотношение некоторых элементов.

В последнее время нами были проведены работы по изучению воды в зонах интенсивного антропогенного воздействия: в приграничной полосе в северо-западной части Мурманской области и в Прихибинье в Кировско-Апатитском районе.

Основной целью настоящей работы является изучения состава воды из разных участков и источников в районе с минимальным антропо-

генным воздействием. Кроме того, необходимо выявить изменения химического состава природных вод, формирующихся в пределах территории водосбора, в зависимости от состава пород области водосбора и от антропогенного влияния с помощью физико-химического моделирования (программный комплекс (ПК) «Селектор») и современных прецизионных методов анализа.

Наиболее доступным районом для таких исследований является речная система р. Умбы, на которой в низовье р. Умбы расположен поселок Умба. Население поселка Умба активно использует воду из разных доступных источников. Формирование химического состава воды р. Умбы происходит в непосредственном соприкосновении с разнообразными породами на всём её протяжении от истоков до устья. Поэтому важно знать, как происходит её изменение от истоков до устья и в разные периоды года, с учётом подтока трещинных вод, особенно в зимнее время.

Река Умба вытекает из юго-западной оконечности озера Умбозера и течет, сильно извиваясь, преимущественно в меридиональном направлении на юг. Длина р. Умба – 125 км., ширина – около 150 м при выходе из Умбозера, 200- 250 – на плесах, 50-60 – на порогах; глубина – от 1-2 до 3-4 м (на плесах). Протекает она через 11 русловых озер (общей длиной 64 км). Впадает р. Умба в Кандалакшский залив Белого моря (широкую часть устья часто называют губой Умба), разделяясь островом Устьянский на 2 рукава – восточный и западный. Река в протоках порожиста. Река Умба имеет 599 притоков общей протяженностью 4229 км. Общий базис эрозии (перепад высот между истоком и устьем р. Умбы) – 152 м. Площадь водосборного бассейна р. Умбы – 6250 км². Питание в основном снеговое и дождевое. Половодье в мае–ноябре. Средний расход воды – 78,2 м³/с. Ледостав в конце октября – середине декабря, ледоход в мае–июне [5].

На территории водосбора р. Умбы рыхлые четвертичные образования залегают на кристаллических породах. Мощность покрова на большей части водосбора не превышает 10 м. [9]. Они представлены плейстоцен-голоценовыми образованиями: в основном ледниковыми валунными песками и супесями и морскими песками, а также озёрно-ледниковыми, флювиогляциальными и озёрными песками и биогенными образованиями [3].

Кристаллические породы на территории водосбора представлены широким спектром неоархейских и палеопротерозойских метаморфических и интрузивных пород [1].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Для исследований была отобрана одна проба воды в верховье р. Умбы и 10 проб из разных источников в районе пос. Умба.

В реку Умбу организованного сброса сточных вод нет. Для неё характерно повышенное содержание загрязняющих веществ только в меженные периоды – при малом разбавлении сточных вод, и в период половодья и дождевых паводков – при поступлении загрязненного поверхностного стока и усиления фильтрации из хвостохранилищ. В остальное время года воды реки Умба и её многочисленных притоков контактируют с рыхлыми и кристаллическими породами, слагающими область водосбора.

В истоках р. Умбы химический состав воды, вероятно, должен соответствовать составу воды Умбозера.

В верховье состав воды будет изменяться за счёт непродолжительного взаимодействия метеорных, подземных и трещинных вод с па-

леопротерозойскими метаморфизованными вулканогенными и осадочными породами, разнообразными по составу, при преобладании среди метавулканитов пород основного состава [1].

В среднем и нижнем течении р. Умбы химический состав воды будет определяться значительным взаимодействием метеорных, подземных и трещинных вод многочисленных притоков с рыхлыми отложениями четвертичного покрова и с неоархейскими метаморфическими и интрузивными породами в основном кислого среднего состава: биотитовыми, амфибол-биотитовыми гнейсами, мигматитами и тоналито-гнейсами комплекса основания; метавулканитами кислого и среднего состава, слюдяными, гранат-слюдяными гнейсами, орто и парагнейсами и амфиболитами; породами Ингозёрного комплекса гранитов, гранито-гнейсов и мигматитов и щелочными гранитами Канозёрского массива [1].

Химический состав воды, взятой из родников и скважины в р-не пос. Умба в какой-то мере будет обусловлен подтоком метеорной воды и взаимодействием метеорных и подземных вод с рыхлыми отложениями покрова и трещинных вод – с палеопротерозойскими гранулитами кислого и среднего состава, а также с энтербитами, чарнокитами и гранитами Умбинского интрузивного комплекса [1].

Для определения возможного влияния состава пород на химический состав воды в системе «вода – порода» были сделаны выборки химических составов пород, преобладающих в разных участках области водосбора. В данной работе приводятся лишь их средние значения (табл. 1).

Отобранные пробы воды были проанализированы в лаборатории химических и оптических методов анализа ИХТРЭМС КНЦ РАН.

Для расчета химических равновесий авторы использовали ПК «Селектор», в его последней модификации [11]. Применительно к исследуемым гидрохимическим системам создана базовая модель "вода–порода–газ–органическое вещество», включая широкий спектр независимых компонентов (37) и до 435 компонентов водного раствора (включая растворенные газы, большое число потенциально возможных в равновесии твердых фаз (180) и 76 газовых компонентов. Необходимая термодинамическая информация взята из встроенных в ПК баз данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

Пробы воды были проанализированы на содержание в них 60 элементов и ряда показателей.

Таблица 1. Средний химический состав пород области водосбора р. Умбы.

Комп.	1	2	3	4
SiO ₂	69.43	69.64	65.60	59.37
TiO ₂	0.59	0.35	0.71	0.89
Al ₂ O ₃	12.30	14.70	15.40	15.28
Fe ₂ O ₃	3.74	0.75	1.35	2.11
FeO	2.71	2.79	4.10	6.78
MnO	0.12	0.05	0.08	0.12
MgO	0.26	1.10	1.53	4.29
CaO	1.89	3.27	3.17	5.38
Na ₂ O	3.45	4.73	3.11	2.48
K ₂ O	4.54	1.79	3.63	1.50
H ₂ O ⁻	0.24	0.15	1.14	
П.п.п.	0.38	0.53	0.17	
P ₂ O ₅	0.11	0.11	0.24	

1 – лепидомелан-феррогастингситовые граниты Канозёрского массива по [6, табл. 30]; 2 – биотитовые, амфибол-биотитовые, биотит-амфиболовые гнейсы Ингозёрского блока по [8] и тоналиты, плагиограниты и гранодиориты по [2, табл.4]; 3 – эндербиты, чарнокиты и граниты Умбинского комплекса по [6, табл. 26]; 4 – гранулиты среднего и основного состава и кондолиты по [4].

Отмечается более высокие (в разы) содержания ряда элементов (P, Cl, F, Sr, Ca и др.) и значения показателей (NH₄⁺, NO₃⁻, HCO₃⁻) в пробах воды из родников и скважин, чем в пробах отобранных непосредственно из проточных озёр и из реки Умбы. Например: содержание Ca в пробах воды из реки 0,35-0.89 мг/л, а в пробах из родников и скважин 12.9-28.5 мг/л; Sr – 25.5-56.5 мкг/л и 90.9-198.2 мкг/л, соответственно. Повышенное содержание Sr в воде родников можно объяснить подтоком трещинных вод из пород Умбинского комплекса.

Величина pH в интервале 6.36-8.46, NH₄⁺ - 0.14-1.03 мг/дм³, NO₃⁻ - 0.58-14.4 мг/дм³, HCO₃⁻ - <10-146.3 мг/дм³, Cl – 3.5-40.1 мг/дм³, P – 0.01-0.65 мг/л.

Азот и фосфор являются двумя наиболее важными элементами первичной продуктивности в водных экосистемах. Эти ионы могут быть наиболее ограничивающими факторами первичной продуктивности. Фосфор происходит в результате разложения фосфорсодержащих минералов и минерализации органического материала, который возвращает неорганический фосфор в среду в процессе микробного разложения. С другой стороны, основным источником азота является атмосферный азот; азот

также возвращается в среду в результате разложения органического материала [12, 13, 15,]. Таким образом, по показателям ГСанПиН 2.2.4-171-10 все пробы питьевых источников вполне пригодны для питьевого использования и соответствуют санитарным нормам. Однако расширенное исследование микроэлементного состава позволило установить особенности водных источников по химическим элементам, определяющих специфику и качество питьевой воды. Присутствие ионов таких тяжелых металлов как стронций, литий, цинк и никель в сочетании с галогенами, широко представленными в исследуемых водах, способствует образованию целого комплекса солей этих металлов, которые не элиминируются в процессе водоподготовки и могут влиять на состояние жизненно важных систем и органов человека.

Результаты исследования показывают, что важно не только получить информацию о различных соединениях, которые могут изменить качество воды (для выполнения политики санитарных требований), но и установить набор обязательных физико-химических параметров, которые должны быть измерены и расширены, что должно быть основано на соответствующем применении некоторых показателей качества воды, позволяющих осуществлять временный мониторинг и сравнение между ними доступным и воспроизводимым способом.

По данным В.В. Найденко и Н.А. Толмачевой, применяемые технологии обработки воды из-за повышенного загрязнения водных источников стали в большинстве случаев недостаточно эффективными, в связи с этим водопроводные сооружения не всегда обеспечивают надежную водоподготовку и подачу населению питьевой воды требуемого качества. В связи с существующими проблемами финансирования методы очистки воды внедряются недостаточно высокими темпами [7, 10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Используемые нормативы для оценки не дают представления о состоянии качества природных вод. Результаты исследованных нами источников показали необходимость учитывать и нормировать все элементы и соединения питьевых вод

По данным ВОЗ некоторые химические вещества, для которых нормативные величины не установлены, при определенных обстоятельствах могут вызывать обоснованную обеспокоенность [14].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геологическая карта Кольского региона (северо-восточная часть Балтийского щита) масштаба 1:500 000. (Гл. ред. Ф.П. Митрофанов). – Апатиты, 1996.
2. Гранитоидные формации докембрия северо-восточной части Балтийского щита. Батиева И.Д., Бельков И.В., Ветрин В.Р. и др. – Л.: «Наука», 1978. – 264 с.
3. Карта четвертичных отложений Мурманской области, масштаб 1:500 000 // Информационный отчёт о результатах работ по созданию единой информационно-аналитической системы природопользования и охраны окружающей среды Мурманской области за 2004 год (отв. исп. А.А.Ефимов, ГУГП СЗЦ «Информатика и мониторинг», Приложение №14. – Апатиты: изд. ОАО «КГИЛЦ», 2001.
4. Козлов Н.Е., Иванов А.А., Нерович Л.И. Лапландский гранулитовый пояс – первичная природа и развитие. – Апатиты; изд-во Кольского научного центра АР СССР. – 170 с.
5. Кольская Энциклопедия, т.V: У-Я. (Гл. ред. В.П. Петров). – Мурманск: изд. РУСМА (ИП Глухов А. Б.), 2016. – 576с.: ил.
6. Минеральный и химический состав гранитов Кольского полуострова (сборник анализов) (И.Д. Батиева, И.В. Бельков, В.Р. Ветрин и др.). – Апатиты: изд. Кольский филиал АН СССР, 1978. – 120 с.
7. Найдено В.В. Технологическое перевооружение и реконструкция сооружений подготовки питьевой воды (бассейн реки Волги) / В.В. Найдено, Е.А. Горбачев // Водоснабжение и санитарная техника. - 1994. - №1 2 - С. 24-25.
8. Ниткина Е.А., Баянова Т.Б. TTG комплекс Балтийского щита: изотопное U-Pb датирование, Ингозёрский блок (Кольский п-ов) // Современные проблемы магматизма и метаморфизма (Материалы Всероссийской конференции, посвящённой 150-летию академика Ф.Ю. Левинсон-Лессинга и 100-летию профессора Г.М. Саранчиной). Том 2. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2012. – С. 97-100.
9. Схема мощностей четвертичного покрова Мурманской области, масштаб 1:1 000 000 // Информационный отчёт о результатах работ по созданию единой информационно-аналитической системы природопользования и охраны окружающей среды Мурманской области за 2004 год (отв. исп. А.А.Ефимов, ГУГП СЗЦ «Информатика и мониторинг»), Приложение №15. – Апатиты: изд. ОАО «КГИЛЦ», 2001.
10. Толмачева Н.А. Методика прогнозирования качества питьевой воды при чрезвычайных ситуациях в водотоках Текст.: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. - Омск, 2002 - 28 с.
11. Чудненко К. В. Термодинамическое моделирование в геохимии: теория, алгоритмы, программное обеспечение приложения. Новосибирск: Академ. изд-во "Гео", 2010. 287 с.
12. AlMaarofi, S.S., Douabul, A.A.Z., Warner, B.G. et al. *Hydrobiologia* (2014) 721: 155. <https://doi.org/10.1007/s10750-013-1657-8>
13. Grosse J., Brussaard C.P.D., Boschker H.T.S. Nutrient limitation driven dynamics of amino acids and fatty acids in coastal phytoplankton. *Limnology and Oceanography* Volume 64, Issue 1. <https://doi.org/10.1002/lno.11040>
14. Guidelines for drinking-water quality, 4th edition, incorporating the 1st addendum https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/
15. Kagami M., Hirose Y. & Ogura H. *Limnology* (2013) 14: 51. <https://doi.org/10.1007/s10201-012-0385-5>.