

Ю.П.Ильин, А.И.Рябинин, Ю.А.Мальченко,
С.А.Боброва, Л.В.Салтыкова

*Морское отделение Украинского научно-исследовательского
гидрометеорологического института, Севастополь*

СОДЕРЖАНИЕ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И ДРУГИХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ КРЫМА

Представлены результаты мониторинга микроэлементного состава пресных поверхностных и подземных вод Крыма, а также прибрежных морских вод по 29 микроэлементам. Все указанные объекты имеют хозяйственно-питьевое и культурно-бытовое назначение, содержание 20 из 29 исследованных микроэлементов нормируется по ПДК. Для каждого из водных объектов сделана оценка качества вод, учитывающая эффект суммации токсических свойств элементов 1 и 2 классов опасности.

Изучение микроэлементного состава вод является важнейшей составной частью их комплексного мониторинга. До недавнего времени этой задаче уделялось недостаточно внимания, как из-за сложности выполнения многоэлементного анализа, так и через недостаточную изученность токсических свойств микроэлементов [1, 2].

Все сказанное целиком можно отнести и к ситуации с мониторингом микроэлементного состава природных вод Крыма, существовавшей до последнего 10-летия XX века. С 1989 г. начал осуществляться мониторинг содержания нормируемых по ПДК тяжелых металлов (Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Sr, Ag, Cu, Zn, Cd, Ba, Hg, Pb) и других токсичных микроэлементов (Be, As, Se, Mo, Sb, Sm), а также еще не нормируемых в настоящее время микроэлементов (Sc, Sn, La, Ce, Eu, Tb, Hf, Au, Th, U).

Методика исследования. Мониторинг качества воды осуществлялся в водохранилищах и в подземных источниках путем отбора проб на анализ из эксплуатируемых водозаборов, а в море – путем отбора проб из поверхностных горизонтов на фоновых станциях Ялтинского, Гурзуфского и Симеизского заливов (рис.1).

За период с начала мониторинга по 2002 г. было проанализировано около 150 проб воды и выполнено около 4000 анализов, результаты которых превышают нижние пределы определения всех измеренных микроэлементов [3].

Результаты исследования. Результаты мониторинга за период 1989-2000 гг. по нормируемым элементам, относящимся к 1 классу опасности, представлены на рисунке 2 в виде диаграмм содержания величин средних многолетних, максимальных и минимальных концентраций элементов в каждом водоеме. На этих диаграммах приведены также значения ПДК для каждого элемента и величины средних концентраций элементов, мониторинг которых проведен в 2001-2002 гг.

Как видно из рисунка 2, для каждого из представленных водных объектов характерна своя микроэлементная формула, зависящая от типа вод и степени техногенной нагрузки на него. В полной



Рис. 1. Карта-схема расположения объектов мониторинга.

I-VII – водохранилища: Счастливое, Загорское, Партизанское, Аянское, Симферопольское, Чернореченское, Межгорное;
VIII-XII – подземные водозаборы: Родниковский, Качинский, Орловский, Бельбекский, Евпаторийский;
XIII-XV – Морские фоновые станции в Симеизе, Ялте и Гурзуфе

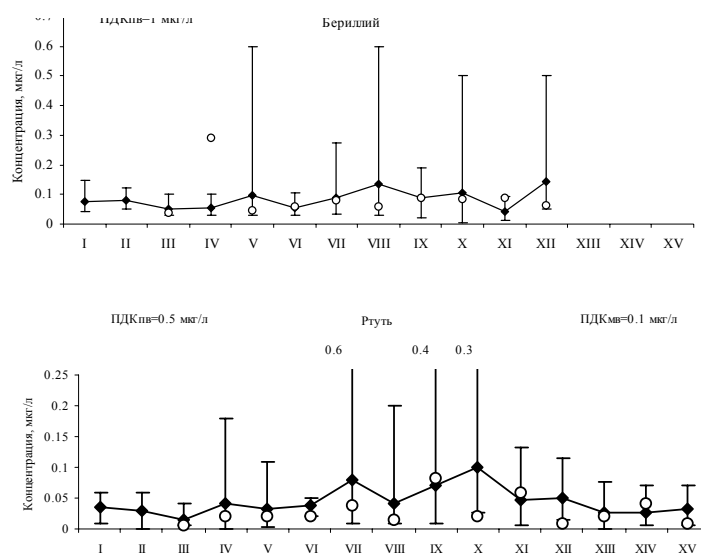


Рис. 2. Средние многолетние значения концентраций бериллия и ртути в 1989-2000 гг. (•) и в 2001-2002 гг. (◻). Римскими цифрами обозначены объекты мониторинга (см. рис.1)

мере это относится и к вариации полученных значений. Аналогичный вывод может быть сделан и для остальных 27 микроэлементов, 11 из которых относятся ко 2-му классу опасности и, следовательно, должны входить в перечень приоритетных микроэлементов.

Полученные данные могут быть использованы и для прогностических целей. Этот вывод обосновывается тем обстоятельством, что указанный мониторинг проводился в период с различным уровнем промышленного производства в Украине и странах СНГ. Следовательно, вполне логично будет предположить, что в ближайшем будущем полученные границы изменения концентраций «не будут нарушены» (при условии сохранения существующей экологической обстановки в регионе).

Качество водных объектов оценивалось по суммационному показателю качества вод приведенного в [4]. Взяв за основу формулу из упомянутого норматива, авторы ввели для оценки качества суммационный показатель качества вод по микроэлементному составу (СПМЭ) и распространили его также и на морские воды. Расчет производился по формуле:

$$СПМЭ = \frac{C_{Be}}{ПДК_{Be}} + \frac{C_{Co}}{ПДК_{Co}} \dots + \frac{C_{P_8}}{ПДК_{P_8}}^*$$

Для расчета использовались только концентрации элементов 1 и 2 классов опасности. Значения их ПДК были взяты из соответствующих нормативов [4-6]. Результаты расчетов приведены в таблице. В этой же таблице представлены данные о высоте расположения зеркала водохранилищ над уровнем моря (Н).

Как видно из представленных в таблице данных, все объекты мониторинга по величине СПМЭ можно разложить в ранжированный ряд. Для этого ряда характерен рост показателя в ряду поверхностные – подземные – морские воды. Никакой связи с близостью техногенных источников загрязнения и высотой расположения зеркала водохранилищ не наблюдается, что свидетельствует об отсутствии значимого техногенного влияния. Вместе с тем, значение СПМЭ для Орловского водозабора близко к 1, критическому значению для вод хозяйственно-питьевого назначения. Близко к этому пределу и качество вод Родниковского водозабора.

Таблица

Значение СПМЭ объектов мониторинга

№ п/п	Объект мониторинга	СПМЭ	Н, м
1	Партизанское водохранилище	0,450	272
2	Бельбекский водозабор	0,470	-
3	Чернореченское водохранилище	0,490	251
4	Счастливое водохранилище	0,495	440
5	Качинский водозабор	0,510	-
6	Аянское водохранилище	0,530	404
7	Симферопольское водохранилище	0,570	289
8	Межгорное водохранилище	0,640	70
9	Загорское водохранилище	0,660	360
10	Евпаторийский подземный водозабор	0,770	-
11	Родниковский водозабор	0,840	-
12	Орловский водозабор	0,955	-
13	Морская фоновая станция	~2	0

Причина низкого качества вод Межгорного водохранилища, вероятно, заключается в том, что основным источником его наполнения служит Северо-Крымский канал, который проходит через экологически неблагополучные районы северного Крыма в непосредственной близости от промзоны г.Армянска. На рисунке 3 представлены данные о порядке изменения концентраций некоторых микроэлементов в грунтовых водах в районе г.Армянска, пробы которых были отобраны в 1989-1990 гг. из скважин, пробуренных вдоль русла канала.

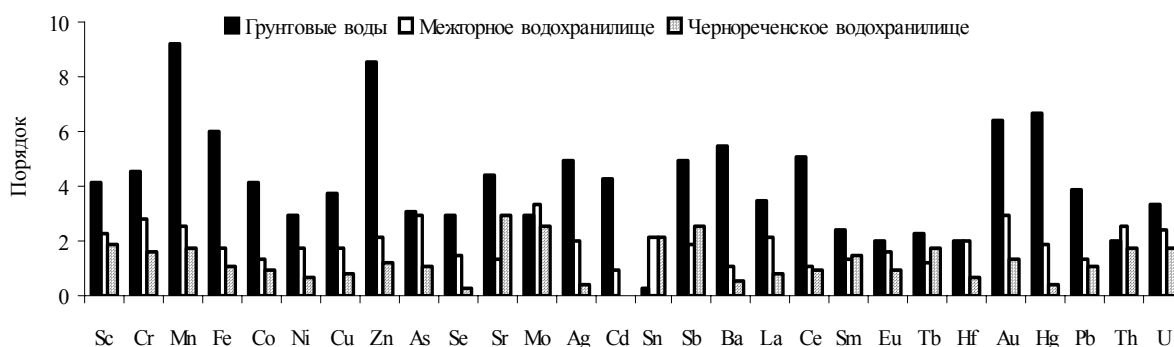


Рис. 3. Порядок изменения концентраций микроэлементов в грунтовых водах в районе г.Армянска, Межгорном и Чернореченском водохранилище

Из представленных данных видно, что грунтовые воды вполне могут являться источником повышенной изменчивости концентраций элементов группы железа, Ag, Cd, Ba, Hg, а также лантаноидов и актиноидов. Такое соседство следует признать неуместным и грозящим жизни и здоровью большей части населения Крымского полуострова, использующего воду канала и Межгорного водохранилища для нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Питьевые воды. Нормативные показатели (ПДК) для этих вод в определенной мере отличаются от аналогичных показателей поверхностных вод, которые, перед подачей их в водопроводные сети потребителям, подвергаются соответствующей очистке. Поэтому был выполнен мониторинг питьевых вод городов Симферополь, Севастополь и Ялта. Результаты такого мониторинга для РЧВ Межгорного водохранилища и Чернореченского водохранилища в форме величин СПМЭ выглядят следующим образом: РЧВ Межгорного водохранилища – 1,75; г.Симферополь – 0,54; г.Севастополь – 1,15 и г.Ялта – 0,88.

Представленные данные свидетельствуют о том, что наиболее чистая вода в г.Симферополе, причем, качество воды Межгорного водохранилища существенно улучшается при смешивании ее с водами других водохранилищ. Противоположный эффект получается при смешивании изначально чистых вод Чернореченского водохранилища с низкокачественными подземными водами в г. Севастополе.

Полученные данные свидетельствуют о том, что качество воды после ее очистки может ухудшаться. Например, в Межгорном водохранилище рост величины СПМЭ произошел в результате увеличения значений С/ПДК для Be, As, Hg, Pb, а в г. Севастополе – для Be, As, Sr, Sm, Hg, Pb. Такая, кажущаяся на первый взгляд парадоксальной, ситуация требует самого тщательного изучения и, в первую очередь, продолжения мониторинга по этим показателям с последующим анализом полученных результатов.

Выводы

1. Проведенный в период 1989-2000 гг. и возобновленный в настоящее время мониторинг качества поверхностных, подземных, морских и питьевых вод по микроэлементному составу позволил получить уникальные данные, использование которых возможно не только для нужд санитарно-гигиенического контроля, но и для решения определенного круга научных задач в экологии и гидрологии. Впервые,

по нашим данным, для анализа вод Крымского полуострова был применен современный и высокочувствительный нейтронно-активационный метод.

2. Все изученные объекты характеризуются своей уникальной микроэлементной формулой. Это касается как средних значений концентраций, так и их предельных отклонений. Учитывая то, что ряды наблюдений являются достаточно представительными и охватывают периоды с различным уровнем промышленного и сельскохозяйственного производства, можно спрогнозировать стабильность микроэлементного состава изученных вод и в будущем, при условии стабильности экосистемы региона в целом.

3. Все изученные объекты, за исключением морских вод, характеризовались значением СПМЭ<1, что свидетельствует об их удовлетворительном качестве. Вместе с тем, качество некоторых подземных вод вплотную приближается к критическому уровню, что свидетельствует о неправильной их эксплуатации, допускающей подток морских или грунтовых вод с верхних горизонтов.

* *

Наведено результати моніторингу мікроелементного складу прісних поверхневих та підземних вод Криму, а також прибережних морських вод по 29 мікроелементах. Усі зазначені об'єкти мають господарсько-питне та культурно-побутове призначення, вміст 20 з 29 досліджених мікроелементів нормується по ГДК. Для кожного з водних об'єктів виконано оцінку якості вод, яка враховує ефект сумарії токсичних властивостей елементів 1 та 2 класів небезпеки.

* *

1. Линник П.Н., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 290 с.

2. Мур Дж. В., Раммамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. – М.: Мир, 1987. – 288 с.

3. Кист А.А. Феноменология биогеохимии и бионеорганической химии. – Ташкент: Фан, 1987. – 236 с.

4. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (гигиенические, технические требования и правила выбора) // ГОСТ 2761-84, I-XI-88.

5. Санитарные правила и нормы охраны природных вод от загрязнения. СанПиН № 4630-88. Минздрав СССР, М., 1988.

6. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для вод рыбохозяйственных водоемов. / Под ред. *Кашинцева М.Л., Степаненко Б.С., Анисимовой С.Н.* – М.: ВНИРО – Минрыбхоз СССР, 1990. – С. 47.