



Биолог. журн. Армении, 3 (68), 2016

**ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОД,
СОПРЕДЕЛЬНЫХ С МЕТАЛЛУРОДНЫМИ
МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ ДРМБОНА И ВАРДАДЗОРА НКР
(Первое сообщение)**

Т.А. ДЖАНГИРЯН, С.С. АРУТЮНЯН

*Национальный аграрный университет Армении
ss_harutyunyan@mail.ru*

Эксплуатация открытых и подземных горнорудных месторождений оказывает сильное экологическое влияние на прилегающие территории, растительный покров, поверхностные и подземные воды, загрязняя их тяжелыми металлами и другими веществами. Металлорудные месторождения и обогатительные комбинаты Дрмбона и Вардадзора НКР за 15-летнюю деятельность не оказывали сильного отрицательного действия на качество воды Сарсангского водохранилища и артезианских вод Вардадзора. Концентрация тяжелых металлов в изученных водах сохраняется на уровне значительно ниже ПДК.

*Металлорудные месторождения – тяжелые металлы – поверхностные
и подземные воды – загрязнения*

Բաց և ընդերքային լեռնահանքավայրերի շահագործումը էկոլոգիական խիստ ազդեցություն է թողնում դրանց հարակից տարածքների, բուսական ծածկույթի, մակերևութային և խորքային ջրերի վրա՝ աղտոտելով այդ օբյեկտները ծանր մետաղներով և այլ նյութերով: ԼՂՀ Դրմբոնի և Վարդաձորի մետաղահանքերը և հանքահարստացուցիչ կոմբինատներն իրենց 15-ամյա գործունեության ընթացքում խիստ բացասական ազդեցություն չեն թողել Սարսանգի ջրամբարի և Վարդաձորի արտեզյան ջրերի որակի վրա: Ծանր մետաղների պարունակությունն ուսումնասիրված ջրերում պահպանվում է ՍԹԽ-ից զգալիորեն ցածր մակարդակի վրա:

Մետաղահանքեր – ծանր մետաղներ – մակերևութային և ընդերքային ջրեր – աղտոտում

The exploitation of open and underground ore deposits exerts a strong ecological influence on the adjacent areas, vegetation, surface and subterranean waters, polluting these objects with heavy metals and other substances. The metal ores of Drmbon and Vardadzor in NKR haven't had strong negative influence on the quality of the waters in Sarsang reservoir and Vardadzor artesian waters during their 15-year activities. The content of heavy metals in the investigated waters is kept on a level rather lower than MPC (maximum permissible concentration).

Metal ores – heavy metals – surface and subterranean waters – pollution

За последние два десятилетия в результате исследовательских работ было установлено, что территория НКР богата разными минеральными ресурсами, часть которых (в основном металлорудные месторождения) уже интенсивно эксплуатируются [7, 17]. В связи с этим повышается степень уязвимости окружающей среды и возникает необходимость изучения и оценки экологического состояния почв, вод и растительного покрова, прилегающих к рудникам и перерабатываю-

щим комбинатам. В этих местах рудные отвалы, пыль, технологические стоки, подземные и надземные взрывы и т.д. становятся постоянными экологически дестабилизирующими факторами для этих и соседних территорий. С этой точки зрения особенно опасно загрязнение вод и изменение их качества.

Загрязнение водной среды сточными водами городов и промышленными отходами приобретает угрожающие размеры в большинстве промышленно развитых стран и подвергает серьезной опасности не только растительный и животный мир, но и здоровье людей. Промышленные сточные воды в зависимости от специфики отраслей промышленности содержат нефтепродукты, фенолы, СПАВ, сульфаты, хлориды, фториды, цианиды, тяжелые металлы и т.д. Загрязнители вод могут быть в растворенном, молекулярном, ионном, коллоидном, взвешенном состояниях [2, 6, 9].

Для водных объектов особую опасность представляют тяжелые металлы (ТМ). Транспорт ТМ через атмосферу играет важную роль в их распространении в окружающей среде. В отличие от атмосферы, где время пребывания ТМ невелико, поверхностные воды суши являются более консервативным компонентом окружающей среды. Содержание ТМ в природных водах обусловлено геохимическим фоном и влиянием антропогенных источников. Содержание цинка в поверхностных водах суши на 1-2 порядка выше кадмия. Накопление цинка и кадмия в поверхностных водах суши выше, чем в океане. Примерно 90% цинка и 65% кадмия в речном стоке находится в составе взвеси. Грунтовые воды отличаются более высоким содержанием ТМ, чем поверхностные [11]. Глубокое проникновение ТМ по почвенному профилю может способствовать загрязнению почвенно-грунтовых вод, особенно на орошаемых землях, а наибольшей подвижностью среди металлов обладает цинк, который больше накапливается фитocenозами [12].

Исследования эколого-токсикологической характеристики вод (сапрофитные бактерии, коли-индекс и БПК) 5 крупных рек (Дзкнагет, Гаварагет, Аргичи, Масрик, Варденис) бассейна озера Севан показали, что эти воды загрязнены фекальными стоками и для восстановления их качества необходимы предохранительные мероприятия [4]. Природные воды (озерная, родниковая и питьевая) Арагацского массива отличаются небольшим содержанием ТМ. В снеговых и дождевых водах содержание ТМ выше, в них наблюдается небольшое превышение ПДК по меди [5].

По гидрофизическим и гидрохимическим показателям воды р. Вохчи, Гехи и Арцваник оцениваются по-разному (от умеренно загрязненных до чистых). По перманганатному окислительному показателю степень окисления воды р. Вохчи сильно повышена после г. Каджаран, что свидетельствует о загрязнении рек органическими веществами [1]. При орошении загрязненными водами р. Дебед содержание ТМ в почвах и в возделываемых сельскохозяйственных культурах увеличивается. Количество Cu, Pb, Ni и Mn в загрязненной почве намного превышает их пороговые концентрации, часть которых транслоцируется в биомассу сельскохозяйственных культур [8].

Проведенный мониторинг качества водных объектов Армении в 2011 году показал, что наиболее загрязненными ТМ являются реки Дебет, Ахтала и Вохчи, в водах которых среднегодовая концентрация меди превосходит ПДК соответственно в 20, 273 и 128, а цинка – 22, 187 и 13 раз [3].

Поверхностные воды территории НКР в основном имеют родниковое происхождение, они достаточно чистые и используются для питья, орошения и коммунально-бытовых целей. С 1940-го года в НКР начали строить водохранилища и среди них самое крупное – Сарсангское водохранилище на реке Тартар, объем которого составляет 600 млн м³, а длина около 12 км.

Цель наших исследований – лабораторными анализами выявить органолептические и химические показатели вод Сарсангского водохранилища в прилегающем

узле Дрмбонского подземного металлорудного месторождения и обогатительной фабрики, а также артезианской воды (с глубины 50 м) с территории открытого карьера аналогичного месторождения и фабрики Вардадзора, оценить экологическое влияние данной отрасли на качественные показатели отмеченных водных объектов. Дрмбонская шахта, обогатительная фабрика и 3 хвостохранилища находятся на расстоянии 500-700 м от Сарсангского водохранилища. Фабрика построена по новейшим технологиям, а хвостохранилища хорошо изолированы. Однако влияние этих объектов на окружающую среду чувствуется, кроме того, Сарсангское водохранилище находится в нижней части данного рельефа. Что касается Вардадзора, то там отсутствуют поверхностные воды, и для комбината используется артезианская вода.

Материал и методика. Образцы вод из Сарсангского водохранилища в узле около Дрмбона и артезианской воды с территории месторождения Вардадзора были взяты в начале ноября 2014 г., 18 мая и 4 августа 2015 г. Из Сарсангского водохранилища пробы брались из трех точек (с глубины 0,5-1 м, на расстоянии 10 м от берега): с точки напротив обогатительной фабрики и очистительных хвостохранилищ, а также 500 м вверх и 500 м вниз от центральной точки. Лабораторные анализы вод проводились в лаборатории мониторинга ОВОС (Армэкомониторинг – “ГНКО”) МОП РА.

Химический состав поверхностных вод был определен стандартными методами [13, 16]. Водородный показатель, удельная электропроводность и соленость воды определялись электрохимическим способом [16], взвешенные частицы – весовым методом [10], общие растворенные вещества (степень минерализации) – умножением показателя удельной электропроводности на коэффициент 0,65. Определено 5-суточное БПК (БПК₅) – это количество кислорода (мг), требуемое для окисления находившихся в 1 л воды органических веществ в аэробных условиях при температуре 20°C в результате протекающих в воде биохимических процессов за определенный период времени (БПК за 3, 5, 10, 20 сут и т.д.). В аналитической практике чаще всего определяют 5-суточное БПК₅ (что составляет 70% БПК). Величина последнего БПК (20 сут) для хозяйственно-питьевых вод должна быть не более 3 мг О₂/л и не более 6 мг для водоемов хозяйственно-бытового и культурного водопользования [15]. Химическая потребность кислорода (ХПК) – общее количество содержащихся в воде восстановителей (неорганических и органических), реагирующих с сильными окислителями (бихромат, перманганат и др.). Окисление проводилось бихроматом. Нормы ХПК воды водоемов хозяйственно-питьевого водопользования – 15 мг О₂/л, культурно-бытового – 30 мг О₂/л [15]. Ионы силициума, аммония, нитрита и фосфата определялись спектрофотометром КФК-2 [10], сульфат, хлорид и нитрат ионы – методом ионной хроматографии [14], гидрокарбонат – методом обратной титрации [10]. Прозрачность, запах, цвет являются техническими параметрами и определяются визуальным и органолептическим методами. Все химические элементы определялись масспектрометром (ICP-MSELAN 9000) [18, 19].

Учитывая, что в воде происходят процессы окисления-восстановления, физико-химические, биохимические, вызванные деятельностью микроорганизмов, сорбции, десорбции и т.д., а также могут изменяться и органолептические свойства воды – запах, цвет и др. анализы проводились строго по методике [15]. Пробы вод не были консервированы химическими реагентами и были доставлены в лабораторию в натуральном охлажденном до 4°C виде в стеклянных бутылках.

Результаты и обсуждение. Из табл. 1 видно, что органолептические показатели (прозрачность, взвешенные частицы, цвет и запах) в пробах изученных вод в зависимости от сроков взятия значительно отличаются. Качество воды особенно ухудшается в мае месяце, что обусловлено талыми водами и интенсивными атмосферными осадками. Очевидно также, что в пробах вод Сарсангского водохранилища наибольшее содержание взвешенных частиц имеет место в пробе узла напротив обогатительной фабрики Дрмбон, которое в ноябре, мае и августе соответственно составило 35,4; 99,7 и 57,8 мг/л. Взвешенные частицы сильно действуют на

прозрачность, цвет и запах, а также на биологические и биохимические показатели воды. Для источников хозяйственно-питьевого водоснабжения окраска не должна обнаруживаться в столбике высотой 20 см, для водоемов культурно-бытового назначения – 10 см. Запах воды обусловлен наличием в ней веществ, которые попадают в нее естественным путем и со сточными водами. Запах воды водоемов не должен превышать 2-х баллов [15]. По отмеченным показателям воду Сарсангского водохранилища и артезианскую воду Вардазора можно отнести к категории чистых природных вод.

Таблица 1. Органолептические и химические показатели вод Сарсангского водохранилища в узле Дрмбона и артезианской воды территории Вардазора в связи с эксплуатацией металлорудных месторождений

№ №	Показатели	Единица измерения	Образцы в конце ноября 2014г.			
			Сарсанг 500 м вверх от узла Дрмбона	Сарсанг узел Дрмбона	Сарсанг 500 м вниз от узла Дрмбона	Вардазорская артезианская вода
1	2	3	4	5	6	7
1.	Прозрачность	см	31 прозрач.	31 прозрач.	31 прозрач.	5 непрозрач.
2.	Взвешенные частицы	мг/л	18,0	21,8	35,4	29,9
3.	Цвет (визуаль.)	степень	5 безцвет.	5 безцвет.	5 безцвет.	20 значит.окраш.
4.	Запах	балл	0 без запаха	0 без запаха	3 значит. с запахом	2 со слабым запахом
5.	Водородный индекс	pH	7,37	7,66	7,76	7,51
6.	Гидрокарбонаты	мг/л	170,9	170,9	173,9	332,6
7.	Сульфаты	мг/л	19,3	18,9	46,9	349,2
8.	Хлориды	мг/л	4,78	4,93	9,03	112,04
9.	Нитраты	мг/л	0,768	0,893	0,923	19,432
10.	Нитриты	мг/л	0,016	0,024	0,017	0,043
11.	Ионы аммония	мг/л	0,198	0,170	0,209	0,549
12.	Общие растворенные вещества	мг/л	158	152	196	762
13.	Фосфаты	мг/л	0,013	0,026	<0,005	<0,005
14.	Силициум	мг/л	10,59	10,77	9,69	9,02
15.	5-суточное БПК (БПК ₅)	мг/л	2,71	2,96	2,74	1,62
16.	ХПК (бихроматное окисл.)	мг/л	12	6	12	14
17.	Удельная электропроводность	мкр сим/, см ²	243	234	302	1172
18.	Li	мг/л	0,0115	0,0112	0,0112	0,0068
19.	Be	мг/л	0,000017	0,000002	0,000007	0,000004
20.	B	мг/л	0,1573	0,1571	0,1636	0,1878
21.	Na	мг/л	11,35	10,98	11,82	85,20
22.	Mg	мг/л	12,10	11,84	13,76	42,34
23.	Al	мг/л	0,0474	0,0725	0,0877	0,0002
24.	P	мг/л	0,0127	0,0027	0,0210	0,0158
25.	K	мг/л	1,798	1,768	1,818	3,086
26.	Ca	мг/л	29,01	28,42	33,63	110,92
27.	Ti	мг/л	0,0023	0,0032	0,0030	0,0010
28.	V	мг/л	0,0034	0,0035	0,0035	0,0011
29.	Cr	мг/л	0,0012	0,0013	0,0012	0,0018

30.	Fe	мг/л	0,0325	0,0626	0,0693	5,3278
31.	Mn	мг/л	0,0045	0,0047	0,0115	0,0570
32.	Co	мг/л	0,0001	0,0002	0,0010	0,0005
33.	Ni	мг/л	0,0033	0,0036	0,0034	0,0024
34.	Cu	мг/л	0,0015	0,0018	0,0031	0,0034
35.	Zn	мг/л	0,0008	0,0017	0,0026	0,0035
36.	As	мг/л	0,0072	0,0072	0,0070	0,0006
37.	Se	мг/л	0,0006	0,0006	0,0006	0,0113
38.	Sr	мг/л	0,2619	0,2601	0,3221	1,1992
39.	Mo	мг/л	0,0015	0,0015	0,0016	0,0042
1	2	3	4	5	6	7
40.	Ag	мг/л	0,000001	0,000002	0,000002	0,000007
41.	Cd	мг/л	0,000011	0,000006	0,000012	0,000015
42.	Sn	мг/л	0,000001	<10 ⁻⁶	0,000081	0,00016
43.	Sb	мг/л	0,00015	0,00016	0,00016	0,00004
44.	Ba	мг/л	0,0285	0,0282	0,0350	0,0499
45.	Pb	мг/л	0,00001	0,00003	0,00006	0,00016
46.	Bi	мг/л	8 · 10 ⁻⁷	8 · 10 ⁻⁷	7 · 10 ⁻⁷	5 · 10 ⁻⁷
47.	U	мг/л	-	-	-	-
48.	Ион фторида	мг/л	-	-	-	-
49.	Ион бромиды	мг/л	-	-	-	-

Таблица 1 (продолжение)

№№	Показатели	Образцы 18 мая 2015г.				Образцы 4ого августа 2015г.			
		Сарсанг 500 м вверх от узла Дрмбона	Сарсанг узел Дрмбона	Сарсанг 500 м вниз отузла Дрмбона	Вардазорекая артезианская вода	Сарсанг 500 м вверх от узла Дрмбона	Сарсанг узел Дрмбона	Сарсанг 500 м вниз от узла Дрмбона	Вардазорекая артезианская вода
1	2	8	9	10	11	12	13	14	15
1.	Прозрачность	12 слабо прозрач.	12 слабо прозрач.	18 слабо прозрач.	31 прозрач.	31 прозрач.	31 прозрач.	31 прозрач.	31 прозрач.
2.	Взвешенные частицы	51,8	99,7	39,0	20,4	14,1	57,8	32,7	20,5
3.	Цвет (визуаль.)	20 знач. окраш.	20 знач. окраш.	15 окраш.	15 окраш.	5 бесцвет.	5 бесцвет.	5 бесцвет.	5 бесцвет.
4.	Запах	3 значит. с запахом	1 без запаха	3 значит. с запахом	0 без запаха	0 без запаха	2 со слаб. запахом	2 со слаб. запахом	1 без запаха
5.	Водородный индекс	7,19	7,05	6,98	7,16	7,89	8,09	8,01	7,64
6.	Гидрокарбонаты	158,7	164,8	146,4	302,0	134,2	134,2	131,2	329,5
7.	Сульфаты	17,4	17,5	17,4	325,1	12,9	12,4	11,7	268,3
8.	Хлориды	4,38	3,96	4,05	50,35	3,72	3,78	3,56	58,17
9.	Нитраты	0,180	0,538	0,142	33,55	0,119	0,104	0,042	15,250
10.	Нитриты	0,002	0,006	0,006	0,011	0,009	0,006	0,005	0,040
11.	Ионы аммония	3,884	3,425	3,009	0,421	0,126	0,148	0,120	0,126
12.	Общие растворенные вещества	190	193	181	916	160	158	158	951
13.	Фосфаты	0,516	0,489	0,543	0,000	0,000	0,014	0,000	0,014
14.	Силициум	7,112	7,729	7,134	7,201	6,474	6,716	6,694	8,478
15.	5-суточное БПК (БПК ₅)	12,60	5,60	10,30	2,00	1,76	2,29	2,42	2,55

16.	ХПК (бихроматное окисл.)	26	14	12	8	20	30	20	48
17.	Удельная электропроводность	293	297	278	1409	246	243	243	1463
18.	Li	0,0090	0,0082	0,0087	0,0087	0,0138	0,0136	0,0135	0,0097
19.	Be	0,000021	0,000017	0,000018	0,000013	$1 \cdot 10^{-12}$	$1 \cdot 10^{-12}$	$3 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-12}$
20.	B	0,1169	0,1108	0,1161	0,2037	0,1675	0,1750	0,1748	0,2786
21.	Na	13,47	12,45	13,10	89,61	14,56	13,47	14,61	101,48
22.	Mg	11,27	10,66	11,04	52,18	14,36	14,81	15,12	76,36
23.	Al	0,0647	0,0364	0,0440	0,0065	0,0196	0,0154	0,0448	0,0067
24.	P	0,3427	0,2941	0,2628	0,0185	0,0339	0,0302	0,0352	0,0208
25.	K	3,434	3,033	3,135	6,236	2,552	2,603	2,564	5,360
1	2	8	9	10	11	12	13	14	15
26.	Ca	36,73	35,55	35,49	111,45	20,79	20,58	21,05	187,19
26.	Ca	36,73	35,55	35,49	111,45	20,79	20,58	21,05	187,19
27.	Ti	0,0036	0,0031	0,0031	0,0021	0,0018	0,0015	0,0018	0,0023
28.	V	0,0024	0,0022	0,0024	0,0014	0,0046	0,0045	0,0044	0,0024
29.	Cr	0,0014	0,0011	0,0012	0,0029	0,0014	0,0009	0,0006	0,0022
30.	Fe	0,0848	0,0387	0,0530	0,4356	0,0339	0,0281	0,0466	0,0329
31.	Mn	0,0315	0,0381	0,0192	0,0298	0,0032	0,0018	0,0044	0,0016
32.	Co	0,0014	0,0010	0,0010	0,0004	0,0002	0,0001	0,0002	0,0003
33.	Ni	0,0063	0,0054	0,0055	0,0052	0,0024	0,0022	0,0024	0,0019
34.	Cu	0,0035	0,0019	0,0024	0,0027	0,0016	0,0015	0,0018	0,0027
35.	Zn	0,0023	0,0006	0,0008	0,0042	0,0008	0,0008	0,0014	0,0009
36.	As	0,0061	0,0059	0,0057	0,0008	0,0082	0,0081	0,0079	0,0009
37.	Se	0,0009	0,0009	0,0009	0,0100	0,0017	0,0010	0,0007	0,0121
38.	Sr	0,1645	0,1566	0,1619	0,8931	0,2613	0,2595	0,2566	1,4144
39.	Mo	0,0012	0,0012	0,0013	0,0046	0,0015	0,0014	0,0015	0,0047
40.	Ag	$0,1 \cdot 10^{-12}$	$0,1 \cdot 10^{-12}$	$0,1 \cdot 10^{-12}$	$0,1 \cdot 10^{-12}$	$7,5 \cdot 10^{-5}$	0,00019	0,000336	0,000128
41.	Cd	0,000039	0,000019	0,000022	0,000021	$1,04 \cdot 10^{-5}$	$1,55 \cdot 10^{-5}$	$1,79 \cdot 10^{-5}$	$1,71 \cdot 10^{-5}$
42.	Sn	$1 \cdot 10^{-12}$	$1 \cdot 10^{-12}$	$1 \cdot 10^{-12}$	$1 \cdot 10^{-12}$	$3,18 \cdot 10^{-5}$	$1,82 \cdot 10^{-5}$	0,000023	$2,04 \cdot 10^{-5}$
43.	Sb	0,00096	0,00085	0,00097	0,00033	0,000207	0,000191	0,0002	0,000187
44.	Ba	0,0320	0,0310	0,0323	0,0594	0,0242	0,0228	0,0226	0,0567
45.	Pb	$0,1 \cdot 10^{-12}$	$0,1 \cdot 10^{-12}$	$0,1 \cdot 10^{-12}$	0,00010	0,000061	$3,88 \cdot 10^{-5}$	$8,27 \cdot 10^{-5}$	$1,45 \cdot 10^{-5}$
46.	Bi	$0,1 \cdot 10^{-12}$	$0,1 \cdot 10^{-12}$	$0,1 \cdot 10^{-12}$	$0,1 \cdot 10^{-12}$	$2,36 \cdot 10^{-5}$	$2,1 \cdot 10^{-6}$	$0,1 \cdot 10^{-12}$	$0,1 \cdot 10^{-12}$
47.	U	0,00035	0,00033	0,00032	0,00507	0,000387	0,000397	0,00043	0,005706
48.	Ион фторида	0,921	0,958	0,896	1,906	0,312	0,377	0,498	1,722
49.	Ион бромада	0,023	0,055	0,051	0,509	0,020	0,018	0,039	0,109

По водородному показателю изученные воды имеют щелочную реакцию, что обусловлено химическим составом окружающих горных пород, где превосходят щелочные и щелочно-земельные металлы (Na, K, Ca, Mg и др.). В пресных водах степень минерализации (общие растворенные минеральные вещества) не превосходят 1г/л, причем около 90% составляют гидрокарбонаты, 7-8% сульфаты и очень мало хлориды. Однако в артезианской воде Вардазора наблюдается иная картина. Здесь 45,3 % составляют гидрокарбонаты, 44,3% сульфаты и 10,4% хлориды, что объясняется геологическим строением пород. Что касается содержания нитратов, нитритов и иона аммония, то полученные данные не превосходят ПДК

хозяйственно-питьевой воды ($\text{NO}_3^- - 45$, $\text{NO}_2^- - 3,3$ и $\text{NH}_4^+ - 2$ мг/л). Вода Сарсангского водохранилища слабо минерализована, а артезианская вода Вардазора, хотя имеет относительно высокую степень минерализации (896-962 мг/л), по качеству соответствует пресным водам.

Данные табл.1 показывают, что БПК₅ в воде Сарсангского водохранилища превосходит норму только в мае, что связано с вымыванием органических веществ осадками из лесных фитоценозов, а показатель ХПК превосходит нормы только в артезианской воде Вардазора в августе (48 мг $\text{O}_{2/\text{л}}$), что можно объяснить взрывами в данном месторождении, сильным нарушением рельефа и возможной инфильтрацией неорганических восстановителей в глубокие слои рудника.

В проведенных исследованиях целевое значение имеет выявление элементарно-химического состава изученных вод, среди которых особую опасность представляют некоторые тяжелые металлы (Hg, Cd, Pb, Be, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Mo и др.). ПДК этих элементов в водах питьевого и культурно-бытового значения составляет: Hg – 0,0005, Cd – 0,001, Pb – 0,03, Be – 0,0002, Co – 0,01, Cu – 1, Zn – 5, Cr^{6+} – 0,05, Ni, Ba и Mn – по 0,1 мг/л [2, 11]. Из данных табл.1 видно, что содержание всех элементов в воде Сарсангского водохранилища и артезианской воды Вардазора значительно ниже ПДК. Ртуть вообще не была обнаружена.

Обобщая вышеприведенные предварительные данные, приходим к выводу, что эксплуатация металлогорудных месторождений Дрмбона и Вардазора НКР пока не оказывает сильного отрицательного воздействия на сопредельные с этими территориями водные объекты, и концентрация тяжелых металлов в изученных водах на один-два порядка ниже ПДК.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Գևորգյան Գ.Ա., Ղանիբեյան Ա.Ա., Գրիգորյան Կ.Վ., Մինասյան Ս.Յ.* Ողջի գետի և Նրա ջրհավաք ավազանի հիմնական գետերի էկոլոգիական գնահատականը հիդրոֆիզիկական և հիդրոքիմիական ցուցանիշներով, Հայաստանի կենսաբան. հանդես, Երևան, 63, 1, էջ. 62-66, 20011:
2. *Հարությունյան Վ.Ս.* Շրջակա միջավայրի մոնիտորինգ, Երևան, էջ.240-276, 2010:
3. Շրջակա միջավայրը և բնական պաշարները Հայաստանի Հանրապետությունում 2011 թվականին, ՀՀ բնապահպան. նախարարություն, Երևան, էջ 82-106, 2012:
4. *Վարդանյան Յ.Ս., Հակոբյան Ս.Յ., Ղուկասյան Է.Խ. Ասատրյան Վ.Լ., Կրեյլյան Ռ.Յ., Գուլասյան Վ.Գ.* Սևանա լիճ թափվող գետերի ջրերի էկոլոգիա-մանրէաբանական բնութագիրը, Հայաստանի կենսաբանական հանդես, Երևան, 67, 1, էջ. 18-22, 2015:
5. *Արարտյան Լ.Ա., Ղեզյան Ր.Գ., Տափազեյան Է.Ա., Տառյան Ա.Գ., Ավետիսյան Մ.Գ.* Особенности распределения форм тяжелых металлов в природных водах в различных поясах Арагацского массива, Биолог. журн. Армении, Ереван, 63, 1, с.23-29, 2011.
6. *Беличенко Ю.П., Лантев И.П.* Проблемы охраны водных ресурсов. Томск, с.26-39, 1978.
7. *Գաբրիելյան Գ.Ա., Ժերբախյան Ր.Գ., Մելկոնյան Ր.Լ., Մանդալյան Ր.Ա., Վարդանյան Ա.Վ.* Геология и минеральные ресурсы Нагорно-Карабахской республики. Ереван-Степанакерт, с.118-140, 2011.
8. *Григорян К.В.* Влияние загрязненных промышленными отходами оросительных вод на содержание тяжелых металлов в почве и в некоторых сельскохозяйственных культурах, Почвоведение, М., 9, с.97-103, 1989.
9. *Колесников С.И.* Экология. М., с.191-200, 2007.
10. “Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши”. Главное управление гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР. Гидрометеоздат, М., 542с., 1977.
11. *Соколов О.А., Черников В.А., Лукин С.В.* Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды, Белгород, с.20-23, 2008.

12. Федорова Е.В. Миграция и биоаккумуляция металлов в зоне влияния металлургического комплекса, Земледелие, М., 1, с.8-11, 2008.
13. Фомин Г.С. “Вода, контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам”, М., Энциклоп. справочник, 848с., 2000.
14. Фритц Дж., Гьерде Д., Поланд К. “Ионная хроматография”, перевод с английского, М., Мир, 216с., 1984.
15. Экологический мониторинг, под ред. Т.Я. Ашихмина, М., с.187-267, 2005.
16. Clesceri L.S., Greenberg E.A., Eaton A.D. “Standard methods for the examination of water and wastewater”, Washington, 20th edition, 1220 p., 1998.
17. Jhangiryan T.A. Trends of development of mining industry in the republic of Nagorno-Karabakh and the resulting ecological risks, Bulletin of NAUA, Yerevan, 4, pp.17-21, 2015.
18. Perkin Elmer Sciex, Instruments/ICP Mass Spectrometry, Elan Version, Software Guide, Canada, September, 201 p., 2008.
19. Taylor H.E. “ICP-MS Practices Techniques”, USA, chapter 3, pp.15-27, 2001.

Поступила 12.05.2016