

О.В.Плотицына, А.П.Стецюк, В.Н.Поповичев

Институт биологии южных морей им.А.О.Ковалевского, г.Севастополь

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РТУТИ В ВОДЕ СОЛЕННЫХ ОЗЕР
СЕВЕРНО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КРЫМА, ЧЕРНОГО МОРЯ
И СЕВАСТОПОЛЬСКИХ БУХТ**

Представлены результаты измерений содержания ртути в поверхностном слое воды Черного моря, проведенных в 72-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» в мае 2013 г. Наиболее высокая концентрация общей ртути определена на ст.7 (район Ялты) и составила 125 нг/л. В воде из соленых озер северо-западной части Крыма наибольшие концентрации общей ртути составили 363,2 нг/л (оз.Киятское) и 364 нг/л (оз.Кизыл-Яр), что в 3,5 раза превышает уровень ПДК для этого элемента. Нами установлено, что такие высокие концентрации ртути в воде указанных озер характерны только для летнего периода.

Ключевые слова: *Черное море, ртуть, вода, озера.*

В настоящее время изучение воздействия ртути и оценка её воздействия на морские экосистемы, в частности, на прибрежные зоны Северо-западного и Севастопольского региона, является актуальной задачей. Ртуть является глобальным загрязнителем окружающей среды, содержание ее в воде и водных объектах зависит от ряда климатических, гидрологических, геохимических факторов, а также от техногенного воздействия.

Повышенные концентрации ртути в морских и озерных водах, а также ее токсическое воздействие отрицательно сказываются на представителях водной растительности и животного мира этих экосистем. В водоемы ртуть поступает в виде различных соединений и из разных источников. В последствии ртуть аккумулируется в водных организмах и через пищевые цепи может воздействовать на организм человека. При содержании ртути 0,018 мг/л в водах ухудшаются биологические процессы очищения, а при 2 мг/л биологические процессы прекращаются. Ухудшение качества воды приводит к изменению численности популяций водных организмов.

Одной из основных задач было определение уровней загрязнения ртутью поверхностных вод Северо-западного региона (72-й рейс НИС «Профессор Водяницкий»), соленых озер северо-западного и западного побережья Крыма и Севастопольских бухт.

Материал и методика. Маршрут и расположение станций отбора проб в 72 рейсе НИС «Профессор Водяницкий» отмечены на рис.1, нумерация и координаты станций, на которых определялось содержание ртути в воде, представлены в табл.1. Названия и пункты отбора проб воды с озер западного и северо-западного побережья Крыма представлены на рис.2, координаты озер и концентрации ртути представлены в табл.2. Концентрация ртути в поверхностных водах Севастопольских бухт представлена в табл.3 – 5.

Вода отбиралась с поверхности в литровые фляги. Сразу после отбора воду консервировали концентрированной азотной кислотой из расчета

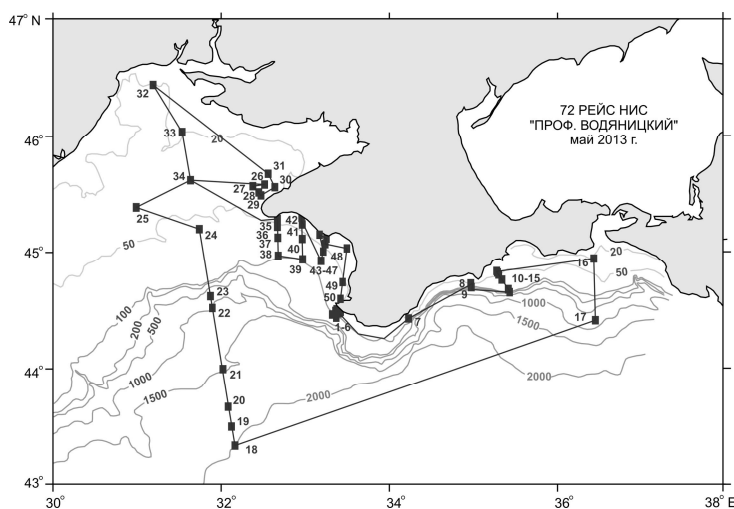
10 мл кислоты на 1 литр воды. Обработку проб и подготовку к измерению проводили по методу мониторинга фоновое загрязнения природной среды. [1]. В лаборатории пробы воды фильтровали через нуклеопоровые фильтры с диаметром пор 0,45 мкм. В фильтрате определяли растворенную форму ртути, а на фильтрах взвешенную форму. Взвесь на фильтрах подвергалась химическому разложению. Общая ртуть составляла суммарное количество растворенной и взвешенной ртути в воде.

Измерения концентрации ртути осуществляли с помощью метода непламенной атомно-абсорбционной спектрофотометрии по методикам, описанным в [4 – 6]. Измерения проводили на анализаторе ртути «Юлия-2» с чувствительностью $1 \cdot 10^{-3}$ мкг. Анализ данных показал, что относительная погрешность измерения ртути в воде составила 6,4 %, во взвешенном веществе 13,6 %. [7].

Результаты и обсуждение. Исследования, выполненные в 72-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» в мае 2013 г., позволили оценить концентрации ртути в поверхностном слое воды.

Результаты измерений, представленные в табл.1, позволяют сказать, что существенный вклад в общую ртуть вносит ее растворенная форма. Наиболее высокая концентрация общей ртути, немного превышающая ПДК, отмечена на ст.7 (район Ялты) и составила 125 нг/л. На других станциях содержание ртути изменялось от 36 – 37 до 79 нг/л.

Исследования соленых озер северо-западной части Крыма, показало, что наибольшая концентрация ртути, в 3,5 раза превышающая ПДК отмечена в оз.Киятское (363,2 нг/л). Существенный вклад оказала растворенная ртуть. Такую же картину мы наблюдаем и в оз.Кизыл-Яр, где концентрация общей ртути 368,8 нг/л, растворенной 364 нг/л. Такие высокие концентрации отмечались в летнее время (август 2012 г.), хотя пробы взятые в зимний месяц (февраль 2013 г.) в тех же районах позволяют отметить более спокойную картину – концентрация колеблется от 2,6 до 21,4 нг/л.



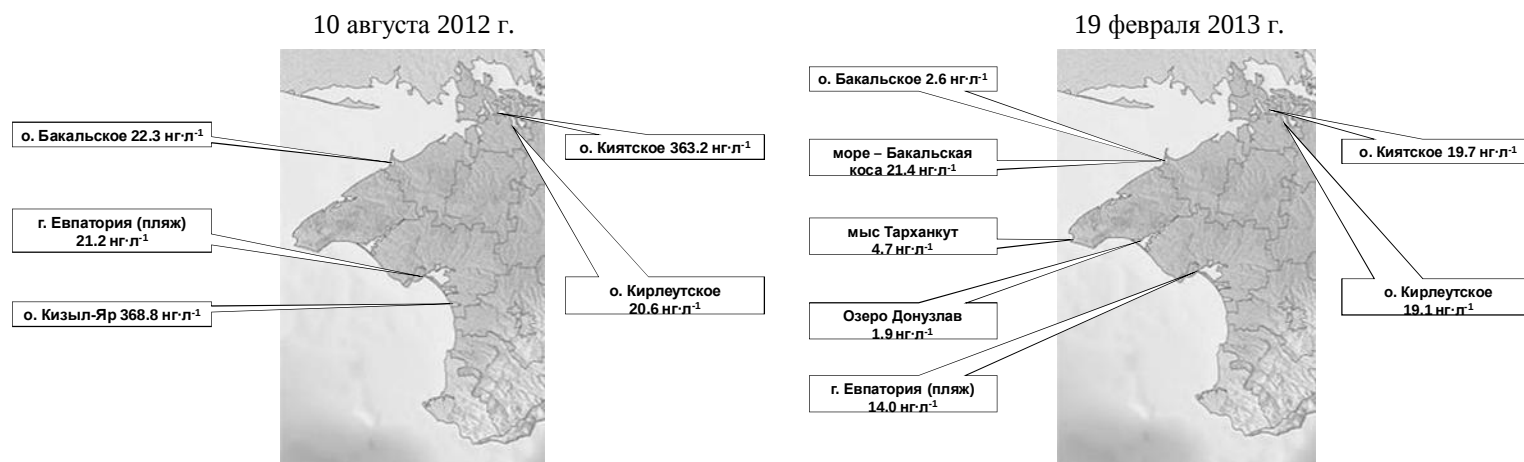
Р и с . 1 . Маршрут и расположение станций отбора проб в 72-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий», май 2013 г.

Т а б л и ц а 1. Содержание ртути в поверхностном слое Черного моря (72-й рейс НИС «Профессор Водяницкий», май 2013 г.).

№ ст.	дата отбора	координаты		Hg, нг/л		
		с.ш.	в.д.	раствор.форма	взвешен.форма	общая
7	22.05.2013	44°27,18'	34°12,70'	114	11	125
13	23.05.2013	44°49,981'	35°18,081'	60	17,4	77,4
16	23.05.2013	44°56,6'	36°26,5'	58	14,4	72,4
18	24.05.2013	43°20,03'	32°10,10	37	10,3	47,3
23	26.05.2013	44°42,035'	31°51,146'	50	8,3	58,3
34	27.05.2013	45°37,29'	31°38,45'	62	13,9	75,9
26	27.05.2013	44°35,071'	32°31,090'	79	9,2	88,2
32	28.05.2013	46°25,15'	31°09,49'	71	6,8	77,8
33	28.05.2013	46°02,221'	31°32,131'	57	14,6	71,6
45	29.05.2013	44°09,013'	32°40,673'	36	14,8	50,8

Т а б л и ц а 2. Содержание ртути в озерах северо-западной части Крыма.

пункт отбора проб	координаты	соленость, ‰	Hg, нг/л		
			раствор.форма	взвешен.форма	общая
10 августа 2012 г.					
оз.Киятское	45°59.716'с.ш. 33°57.510'в.д.	78,13	357	6,25	363,2
оз.Кирлеут- ское	45°56.572'с.ш. 34°01.828'в.д.	242,80	7	13,61	20,6
море у оз.Ба- кальское	45°44.014'с.ш. 33°09.261'в.д.	17,32	16	6,35	22,35
море – Евпа- тория – пляж	45°09.587'с.ш. 33°28.586'в.д.	17,72	16	5,24	21,24
море у оз.Ки- зыл-Яр	45°03.056'с.ш. 33°35.123'в.д.	17,47	364	4,88	368,88
19 февраля 2013 г.					
оз.Киятское	46°0.084'с.ш. 33°56.707'в.д.	82,55	17	2,57	19,75
оз.Кирлеут- ское	45°57.550'с.ш. 34°1.321'в.д.	190,40	14	5,1	19,1
море – Бака- льская коса	45°47.241'с.ш. 33°10.040'в.д.	17,31	12	9,45	21,45
оз. Бакаль- ское	45°44.004'с.ш. 33°10.246'в.д.	17,94	0	2,6	2,6
море – м.Тар- ханкут (спра- ва от маяка)	45°20.922'с.ш. 32°29.659'в.д.	17,63	0	4,7	4,7
оз.Донузлав (кут. часть)	45°26.296'с.ш. 33°11.773'в.д.	16,19	0	1,95	1,95
море – Евпа- тория(пляж)	45°10.635'с.ш. 33°26.832'в.д.	17,49	11	3,02	14,02



Р и с . 2 . Расположение станций отбора проб в северо-западной части Крыма (содержание общей ртути, нг·л⁻¹).

Т а б л и ц а 3 . Содержание ртути в Севастопольских бухтах в мае 2012 г. и мае 2013 г.

формы ртути	названия бухт							
	Северная (дальняя)	Северная (ближняя)	Севасто- польская	Карантин- ная	Стрелецкая	Круглая (у входа)	Камышовая	Казачья
23 мая 2012 г.								
раствор. форма <i>Hg</i> , нг/л	9	1,3	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3
взвеш. форма <i>Hg</i> , нг/л	2	7,1	2,2	3,14	8,27	6,4	1,24	1,55
общая <i>Hg</i> , нг/л	11	8,4	3,5	3,14	8,27	6,4	1,24	4,55
14 мая 2013 г.								
раствор. форма <i>Hg</i> , нг/л	1	2,6	1	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3
взвеш. форма <i>Hg</i> , нг/л	5,8	9,9	21,2	5,2	3	4,7	4,9	6,6
общая <i>Hg</i> , нг/л	6,8	12,5	22,2	5,2	3	4,7	4,9	10,9

Т а б л и ц а 4. Содержание ртути в Севастопольских бухтах в феврале 2013 г.

формы ртути	названия бухт					
	Равелин	Стрелецкая	Круглая			
			кутовая часть	пляжная зона – правая	пляжная зона – левая	у входа
6 февраля 2013 г.						
раствор. форма <i>Hg</i> , нг/л	14	10	15	7	9	0,0
взвеш. форма <i>Hg</i> , нг/л	4,7	0,34	11,4	3,3	6	5,5
общая <i>Hg</i> , нг/л	18,7	10,34	26,4	10,3	15	5,5

Т а б л и ц а 5. Содержание ртути в искусственной бухте возле радиобиологического корпуса ИнБЮМ (44°36.944' с.ш. 33°30.183' в.д.).

формы ртути	2012 г.		2013 г.			
	10 августа	26 декабря	25 февраля	15 апреля	13 мая	26 июня
раствор. форма Hg , нг/л	10	66	644	158	6	69
взвеш. форма Hg , нг/л	4,2	4,82	15,4	6,5	4,9	13,5
общая Hg , нг/л	14,23	70,8	679,4	164,5	10,9	82,5

Т а б л и ц а 6. Содержание ртути в Севастопольских бухтах в июне 2013 г.

формы ртути	названия бухт					
	Стрелецкая (кутовая часть) 44°35.688'с.ш. 33°28.210'в.д.	Стрелецкая (бухта Егорова) 44°36.531'с.ш. 33°28.091'в.д.	Стрелецкая 44°36.180'с.ш. 33°28.101'в.д.	Стрелецкая (взморье у вышки) 44°37.113'с.ш. 33°27.832'в.д.	Круглая (у входа) 44°36.389'с.ш. 33°28.611'в.д.	Казачья (у дельфинария) 44°34.998'с.ш. 33°24.402'в.д.
26 июня 2013 г.						
раствор. форма Hg , нг/л	62	36	84	45	40	100
взвеш. форма Hg , нг/л	24,5	7,0	9,8	19,9	30,8	16,6
общая Hg , нг/л	86,5	43,0	93,8	64,9	70,8	116,6

Выводы. В результате исследований, проведенных в 72-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» (май 2013 г.) определены уровни загрязнения ртутью поверхностного слоя водной толщи Черного моря. Наиболее высокая концентрация общей ртути, немного превышающая ПДК, отмечена на ст.7 (район Ялты) и составила 125 нг/л. На других станциях содержание ртути не превышало ПДК (100 нг/л).

Исследования соленых озер северо-западной части Крыма показало, что наибольшая концентрация ртути, в 3,5 раза превышающая ПДК, отмечена в оз. Киятское (363,2 нг/л) и в оз.Кизыл-Яр, где содержание общей ртути составило 368,8 нг/л, растворенной 364 нг/л. Высокие концентрации отмечались в летнее время (август 2012 г.), в зимний период (февраль 2013 г.) в тех же районах относительно чисто в отношении загрязнения ртутью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Унифицированные методы мониторинга фоновое загрязнение природной среды.*– М.: Гидрометеиздат, 1986.– С.82-95.
2. *Руководство по химическому анализу морских вод.* СД.52.10.243-92.– С.-Пб.: Гидрометеиздат, 1993.– С.47-55.
3. *Костова С.К., Поповичев В.Н.* Распределение ртути в акватории черноморского побережья Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь, 2002.– вып.1(6). – С.118-127.
4. *Игошин А.М., Богусевич Л.Н.* Беспламенный атомно-абсорбционный метод определения ртути в воде // Гидрохимические материалы.– 1969.– т.47.– С.150-156.
5. *Прокофьев А.К.* Химические формы ртути, кадмия и цинка в природных водных средах // Успехи химии.– М.: Наука, 1981.– № 1.– С.54-84.
6. *Колориметрический метод определения ртути в морской воде, морских взвешях, биобразцах и грунтах* // Методики анализа морских вод.– Л.: Гидрометеиздат, 1981.– С.102-105.
7. *Плотицына О.В., Стецюк А.П., Гулин С.Б.* Содержание ртути с северо-западной части Черного моря и у южного берега Крыма. Результаты 70-го рейса НИС «Профессор Водяницкий» (август 2011 г.).

Материал поступил в редакцию 26.09.2014 г.

АНОТАЦІЯ Представлено результати вимірювань вмісту ртуті в поверхневому шарі води Чорного моря, проведених в 72-му рейсі НДС «Професор Водяницький» у травні 2013 р. Найвища концентрація загальної ртуті відзначена на ст.7 (район Ялти) і склала 125 нг/л. У воді із солоних озер південно-західної частини Криму найбільші концентрації загальної ртуті склали 363,2 (оз.Киятське) та 364 нг/л (оз.Кизил-Яр), що у 3,5 рази перевищує рівень ГДК для цього елемента. Нами встановлено, що такі високі концентрації ртуті у воді вказаних озер характерні тільки для літнього періоду.

ABSTRACT The results of measurements of mercury content in the surface layer of the Black Sea were made in the 72th cruise of the "Professor Vodyanitsky" in May 2013. The highest concentration of total mercury was found station 7 (near Yalta), and accounting for 125 ng/l. The highest concentrations of total mercury in water from salt lakes of the north-western part of Crimea were 363.2 ng/l (lake Kiyatskoe) and 364 ng/l (lake Kysyl-Yar). They are higher in 3.5 times then MPC for this element. Such high concentrations in water from these lakes were found for summer only.