

УДК: 544.6.504

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ КАРАДАГСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Сурова Н.А., Крымова В.В.

Карадагский природный заповедник можно было бы считать эталоном экологического состояния природной системы, если бы не возросший рост антропогенного воздействия в результате курортной деятельности, выраженной в притоке авто- и водного транспорта, усиленной нагрузкой на очистные сооружения, а также стоками с сельскохозяйственных угодий [1]. Тяжелые металлы, такие как Zn, Cd, Pb, Cu, как известно, являются токсическими компонентами нормированными для вод культурно-бытового пользования [2], превышение нормы может привести к негативному воздействию на экосистему и здоровье человека. Для проведения исследований необходима современная приборно-методическая база. Задачей настоящей работы является исследование загрязнения тяжелыми металлами водных экосистем Карадагского природного заповедника методом инверсионной вольтамперометрии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Наиболее допустимый метод для проведения мониторинга водных экосистем на содержание тяжелых металлов может быть метод инверсионной вольтамперометрии (ИВА) на твердом графитовом электроде. Метод имеет хорошие аналитические характеристики: чувствительность $\sim 10^{-10}$ моль/л, относительную погрешность S_r до 0,1, селективность, что достигается подбором индифферентного электролита, возможность определения из одной аликвоты нескольких компонентов. Метод легко поддается компьютеризации, что важно для автоматизации при мониторинге и создании банка данных [3, 4].

Исследования проводили на полярографе ПУ-1 из одной аликвоты на ацетатном фоне в режиме ИВА.

Были исследованы пробы морской и пресной воды, отобранные в бухтах на территории Карадагского природного заповедника на содержание цинка, кадмия, меди и свинца.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования проводились с 2001 года. За этот период можно наблюдать динамику содержания Zn, Cd, Pb, Cu в пробах: летом 2001 года в пробах морской

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ

воды обнаружен цинк до 0,25 мг/л и свинец до 0,12 мг/л, что, в общем, не превышает ПДК; в 2002 году обнаружен цинк до 0,16 мг/л и кадмий до 0,045 мг/л, что превышает ПДК в 4-5 раз, а свинец не обнаружен. Наибольшее содержание тяжелых металлов у причала биостанции, но и в заповедных бухтах (Золотые ворота и др.) также были обнаружены. Дальнейшие исследования 2003 года показали, что в пробах отсутствуют медь и свинец, но обнаружены менее ПДК до 0,55 мг/л цинк и превышение кадмия по ПДК более чем в 10 раз (до 0,17 мг/л у очистных сооружений, причала биостанции, Лягушачья бухта, и даже грот Шайтана до 0,11 мг/л). В поверхностных водах наиболее чистыми оказались заповедные бухты (Золотые ворота, Сердоликовая). Известно, что основной источник кадмия в водоемах Крыма – это смывы с полей осадковыми водами. Результаты исследования морской воды в 2003 г. приведены в таблице 1.

Таблица 1.
Содержание тяжелых металлов на поверхности морской воды,
($p = 0,95$; $n = 3$)

Металл	Бухта Лягушачья	М. Мальчин	Бухта Сердоликовая	Грот Шайтан	Золотые Ворота	Скала Иван Разбойник	Причал биостанции	Кузьмичевы камни	Очистные сооружения
Кадмий, мг/л	0,22	<0,01	следы	0,11	н/о	следы	0,17	0,10	0,17
Цинк, мг/л	н/о	н/о	1,00	0,55	следы	следы	0,35	0,55	0,55

Исследования по глубинам показало значительное превышение концентрации кадмия в Сердоликовой бухте на глубинах 3 м – 0,01 мг/л, 9 м – 0,17 мг/л, что свидетельствует об укрупнении частиц вещества, содержащего кадмий с последующим его отложением на морское дно. В пробах мидий был также обнаружен кадмий в концентрациях до 17 мг/кг.

Сходимость результатов, полученных методом ИВА и атомно-абсорбционного анализа до 10 %, что показывает возможность применения ИВА для мониторинга.

Весной 2004 года в пробах морской воды тяжелые металлы не обнаружены в связи с уменьшением антропогенной нагрузки.

Анализ проб морской воды затруднен большим содержанием анионов и комплексообразующих составляющих. Более достоверные анализы, возможно, получить при анализе пресных водоемов. Нами были исследованы пробы пресной воды источников Карадага, находящихся в бухтах и в центре массива, на содержание соединений кадмия, цинка, свинца и меди. Исследования проводили с 2000 по 2004 года. Результаты приведены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, в пробах ряда источников обнаружен кадмий до 0,17 мг/л (что составляет 17 ПДК), содержание цинка снизилось (меньше ПДК) к 2002 году.

Таблица 2.
Содержание тяжелых металлов в пробах пресной воды на территории Карадага

№	Место отбора проб	Концентрация, мг/л				
		Zn			Cd	Pb
		2000	2001	2002	2002	2000
1.	Источник Гяур Чишна	0,78	0,20	0,13	0,07	0,10
2.	Источник Долина Роз	0,91	0,19	0,37	0,17	0,10
3.	Колодец (биостанция)	1,50	0,44	0,24	0,90	0,40
4.	Источник Лягушачья бухта	–	0,07	–	–	–
5.	Источник бухта Кузьмича	–	0,08	–	–	–
6.	Источник Бухта Сердоликовая	–	0,16	–	–	–

Содержание свинца в 2001-2004 годы также не подтвердилось, медь в пробах пресных источников не обнаружена вообще. В 2003-2004 годах в пробах пресной воды тяжелые металлы практически не обнаружены и только в пробах вблизи биостанции замечены следы цинка и кадмия. Результаты коррелируют с выводами сотрудников Карадагского природного заповедника о влиянии антропогенной нагрузки на биоразнообразие видов [5].

ВЫВОДЫ

Полученные результаты свидетельствуют о динамике загрязнения Карадагского природного заповедника и целесообразности проведения мониторинга по содержанию тяжелых металлов методом инверсионной вольтамперометрии.

Список литературы

1. Современное состояние загрязнения вод Черного моря / Под ред. Т.И. Симонова. – Севастополь, 1996. – 228 с.
2. Контроль химических и биологических параметров окружающей среды / Под ред. П.К. Исаева. – СПб: Экометрия, 1998. – 851 с.
3. Электрохимические методы в контроле окружающей среды / Под ред. Е.Я. Неймана. – М.: Химия, 1990. – 238 с.
4. Сулова Н.А. Исследование возможности совместного определения токсичных металлов на компьютеризированной вольтамперометрической системе в объектах окружающей среды // Ученые записки Симферопольского государственного ун-та. Математика, физика, химия. – 1998. – №7(46). – С. 186-189.
5. Ким И.Г., Кузнецова Е.Ю., Сулова Н.А. Загрязнение среды Карадагского природного заповедника как фактор снижения биоразнообразия // Ученые записки ТНУ им. В.И. Вернадского. Биология, химия. – 2003. – Т. 16(55), №3. – С. 86-90.

Поступила в редакцию 01.03.2006 г.