

УДК 551.464.617(265.54)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДЫ ЗАЛИВА УГЛОВОЙ (ЯПОНСКОЕ МОРЕ) МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО-СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ

© 2013 С.С. Веселова¹, Т.Ю. Романова², А.А. Карабцов², Я.Ю. Блиновская¹, В.В. Подкопаева⁴, А.Н. Гульков^{3,5}, К.С. Голохваст³

¹ Морской государственный университет имени адм. Г.И. Невельского, г. Владивосток

² Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток

³ Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

⁴ Приморское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

⁵ ЗАО ДВНИПИ-нефтегаз, г. Владивосток

Поступила в редакцию 16.05.2013

В работе приводятся результаты исследования проб воды залива Угловой Японского моря во время строительства низководного моста на п-ов Де-Фриз с помощью масс-спектрометрии высокого разрешения с индуктивно-связанной плазмой. Показано, что преимущественно тяжелые металлы накапливаются в донных отложениях. По степени убывания тяжелые металлы в значимых концентрациях можно выстроить в порядок: Zn, Ni, Fe, Cr.

Ключевые слова: *тяжелые металлы, залив Угловой, масс-спектрометрия высокого разрешения*

Вода и донные отложения Амурского залива Японского моря как важный экологический объект исследуются специалистами из разных областей науки довольно давно [1-6; 8-20]. Так, первые гидрохимические и гидробиологические исследования залива Петра Великого, частью которого является Амурский залив, проводились еще в 1925-1933 гг. под руководством профессора К.М. Дерюгина, что позволило выявить фоновые значения ряда показателей [7]. Морские взвеси Амурского залива изучены меньше, но следует предположить, что они являются своеобразным индикатором состояния водных экосистем.

Веселова Светлана Сергеевна, аспирантка

Романова Татьяна Юрьевна, ведущий инженер лаборатории рентгеновских методов

Карабцов Александр Александрович, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией рентгеновских методов

Блиновская Яна Юрьевна, доктор технических наук, доцент, заведующая кафедрой защиты моря

Подкопаева Валентина Васильевна, начальник лаборатории мониторинга загрязнения морских вод

Гульков Александр Нефедович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой нефтегазового дела и нефтехимии

Голохваст Кирилл Сергеевич, кандидат биологических наук, доцент кафедры нефтегазового дела и нефтехимии. E-mail: droory@mail.ru

Для проведения данного исследования нами использован метод масс-спектрометрии высокого разрешения с индуктивно связанной плазмой как наиболее чувствительный на сегодняшний день для дополнения уже имеющихся методов при изучении одной из наиболее освоенных, но малоизученных акваторий Амурского залива – залива Угловой.

Материалы и методы. Отбор проб для масс-спектрального анализа проводился в сентябре 2012 г. Пробы отбирались в заливе Угловой (Амурский залив) в 2-х литровые пластиковые стерильные контейнеры. Всего было отобрано 82 пробы из 41 точки. На рис. 1 приведена карта-схема отбора проб. Пробы отбирались при помощи батометра в поверхностном слое и придонном. Отбор проб проходил в штиль. Глубины в районе отбора проб составили от 0,5 м до 5 м (для придонных проб). Температура отбираемой морской воды колебалась от +20°C до +23°C. Пробы хранили в прохладном и темном месте. Из каждого образца (n=5) набирали 10 мл морской воды и анализировали на масс-спектрометре высокого разрешения с индуктивно-связанной плазмой Element XR (Thermo Scientific). Измерения проводились с использованием методики ЦВ 3.18.05-2005 ФР.1.31.2005.01714 (Методика выполнения измерений элементного состава питьевых, природных, сточных вод и атмосферных осадков методом масс-спектрометрии с ионизацией в индуктивно связанной плазме).

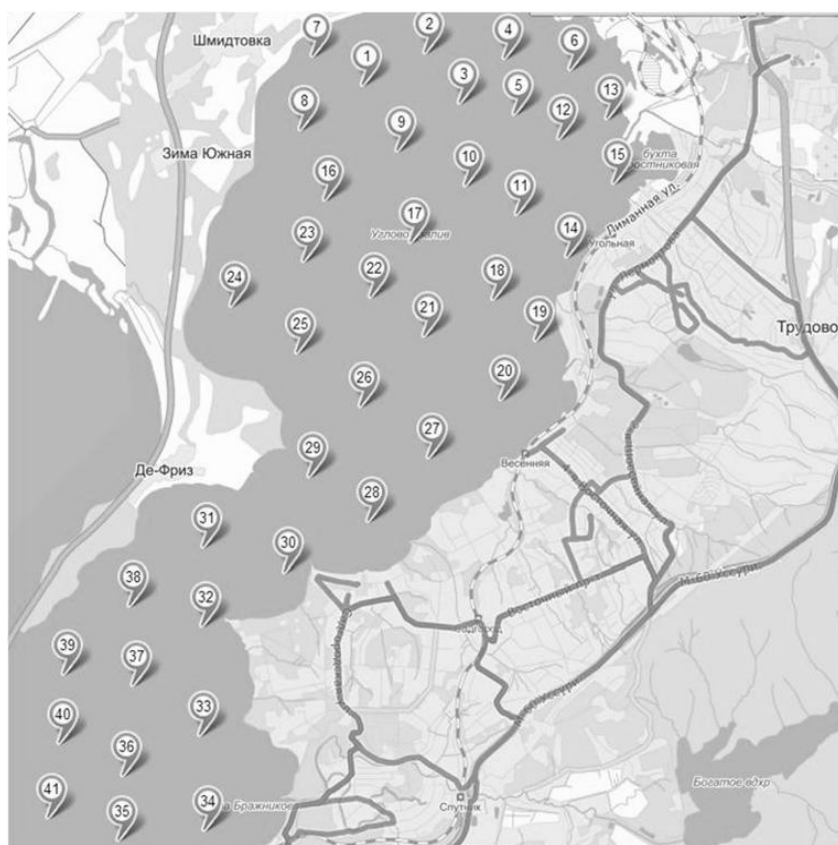


Рис. 1. Карта-схема отбора проб в заливе Угловой, Японское море

Район работ. Залив Угловой является заливом второго порядка Амурского залива, располагается в его северо-восточной части и вдаётся в берег между мысами Тихий и Клыкова. Западный берег залива возвышенный, за исключением низкого участка берега в районе перешейка, соединяющего полуостров Де-Фриз с материком. Северный и восточный берега залива низкие, окаймлены осушками. Вследствие мелководности и большого количества песчано-илистых банок, расположенных к юго-западу от линии входных мысов, залив Угловой существенного навигационного значения не имеет. На восточном берегу залива расположена санаторно-

курортная зона «Садгород», севернее ее находится железнодорожная станция Весенняя, рядом с которой расположены кварталы частного сектора, предприятия пищевой промышленности (ООО «Ратимир», ООО «Кока-Кола ЭйчБиСи Евразия», ООО «СабМиллер-Рус»), склады и другое. Более севернее располагаются поселки Трудовое, Угловое, село Прохладное, поселок Зима Южная.

Результаты и обсуждение. Результаты проведенных анализов (приводятся данные по 14 точкам как наиболее показательным) отображены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты определения среднего содержания элементов (в ppb, мкг/л)

№ точки	Pb	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
1 (дно)	0,2387	0,3396	0,516	5,0957	0,0327	4,2667	1,2975	8,6648
1 (поверхность)	0,1208	18,767	0,3839	0,432	0,0483	1,9887	0,6718	3,5308
2 (дно)	0,1554	0,1356	0,2239	1,3529	0,0405	5,5865	1,4466	7,7063
2 (поверхность)	0,2933	0,2712	0,6496	1,4723	0,1246	2,4056	2,2322	3,2164
3 (дно)	0,1194	0,2857	0,2729	0,7958	0,0346	12,398	1,9334	18,909
3 (поверхность)	0,3149	0,0712	0,3044	0,955	0,0642	1,7718	1,0071	1,2144
4 (дно)	0,1934	0,0756	0,0108	0,5867	0,1053	1,1723	2,8383	2,0014
4 (поверхность)	0,1922	0,0698	0,3475	0,5767	0,0442	1,8244	0,7185	2,1178
5 (дно)	0,098	18,131	1,1652	0,4787	0,0261	41,051	3,8292	54,237
5 (поверхность)	0,1607	0,6594	0,3701	1,3793	0,0392	1,4222	0,3066	0,7633
6 (дно)	0,1434	0,076	0,5283	2,165	0,0338	49,696	3,8518	33,643
6 (поверхность)	0,2957	0,3099	0,5691	1,9179	0,1309	2,8301	4,0271	5,853
7 (дно)	0,2011	0,1172	0,2193	1,134	0,0232	4,2923	1,559	13,452
7 (поверхность)	0,1145	0,0533	0,1746	0,5571	0,0346	0,7031	0,651	0,9124

Продолжение таблицы 1								
8 (дно)	0,4748	0,1259	0,376	0,8239	0,0408	7,6017	1,3656	16,02
8 (поверхность)	0,1772	0,1628	0,339	0,7437	0,0686	1,5161	0,8487	3,9662
9 (дно)	0,1185	0,1366	0,2865	1,2733	0,019	1,9929	0,7038	3,5774
9 (поверхность)	0,145	0,1041	0,2103	0,8754	0,041	1,0421	1,0766	1,9255
10 (дно)	0,0945	0,1259	0,0984	0,8993	0,0169	1,359	0,8568	3,3696
10 (поверхность)	0,7851	0,0363	0,1431	0,5252	0,0245	0,4717	0,3739	0,5426
13 (дно)	0,2232	0,5700	1,2609	6,3718	0,0620	16,575	2,9179	22,4856
13 (поверхность)	1,8653	0,2908	0,8752	1,1459	0,1180	2,6773	1,7420	2,7975
19 (дно)	0,2335	0,1745	0,7445	4,4984	0,0646	4,2087	1,4033	7,2073
19 (поверхность)	0,2255	0,0302	0,7771	0,9805	0,0610	3,4584	1,3291	4,5641
20 (дно)	0,2301	0,1000	1,1411	1,6214	0,0407	9,5635	2,6899	22,33
20 (поверхность)	0,2163	0,0698	0,4616	0,5986	0,0493	2,3256	1,0572	4,071
41 (дно)	0,1980	0,0901	0,3475	0,8629	0,0458	3,7955	1,7116	6,672
41 (поверхность)	0,2175	0,1174	0,9455	1,1878	0,0493	2,7506	0,9796	3,644

Выводы:

1. Идет накопление тяжелых металлов в донных отложениях (кроме точки 1), что совпадает с данными других авторов.

2. Накапливаются тяжелые металлы по убыванию концентрации в следующем порядке: Zn, Ni, Fe, Cr. Изменений в концентрациях Pb, Mn, Co, Cu и Zp в придонном и поверхностном слое не обнаружено.

3. Данные результаты отражают ситуацию в заливе Угловой до строительства низководного моста п-ов Де-Фриз – станция Седанка. Возможно, в воды залива Угловой попали остатки металлоконструкций, частиц металлов, которые в процессе водной циркуляции, могли переместиться в северную часть залива, где и произошло их накопление, как донных взвесей. Высокий уровень содержания металлов в большинстве придонных проб северной части залива Угловой также может быть связан с активной хозяйственной деятельностью в этом районе (большинство стоков приходится именно на северо-восточную часть залива). Малые глубины, слабое перемешиванием водных масс и закрытость залива Угловой снижает способность к самоочищению водоема, способствуя накоплению и отложению в донных взвешах ряда поллютантов, в том числе и тяжелых металлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Аксентов, К.И. Антропогенное загрязнение ртутью донных осадков залива Петра Великого / К.И. Аксентов, А.С. Астахов // Вестник ДВО РАН. 2009. №4. С. 115-121.
2. Андреева, Л.В. Исследование антропогенной нагрузки на морские акватории и оптимизация строительства очистных сооружений (на примере города Владивостока): автореф. дисс... канд. техн. наук. – Владивосток, 2003. 27 с.
3. Борисенко, Г.С. Содержание радионуклидов в прибрежных донных осадках Амурского залива (Японское море) // Фундаментальные исследования. 2006. № 8. С. 26.
4. Бортин, Н.Н. Социально-экологические водные проблемы юга Дальнего Востока и программно-целевой подход к их решению: автореф. дисс... д-ра геогр. наук. – Екатеринбург, 2001. 46 с.
5. Ващенко, М.А. Многолетние изменения в состоянии гонимого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* из Амурского залива Японского моря / М.А. Ващенко, П.М. Жадан, Е.В. Латыпова // Экология. 2001. Т. 32, № 5. С. 358-364.
6. Ващенко, М.А. Оценка уровня загрязнения донных осадков Амурского залива (Японское море) и их потенциальной токсичности / М.А. Ващенко, П.М. Жадан, Т.Н. Альмяшова и др. // Биология моря. 2010. Т. 36, №5. С. 354-361.
7. Войцешки, А.В. Оценка уровня загрязнения донных отложений Амурского залива // Научные труды Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета. 2008. №20. С. 3-12.
8. Дулепов, В.И. Эколого-гидрохимические исследования акваторий залива Петра Великого / В.И. Дулепов, О.А. Кочеткова // Подводные исследования и робототехника. 2012. № 2(14). С. 69-73.
9. Жариков, В.В. Ландшафтный мониторинг бухты Алексеева залива Петра Великого / В.В. Жариков, В.Б. Преображенский // Подводные исследования и робототехника. 2010. №2 (10). С. 72-84.
10. Лишавская, Т.С. Мониторинг загрязнения прибрежных районов залива Петра Великого / Т.С. Лишавская, А.М. Севастьянов, А.С. Чернова, Т.В. Чаткина // Труды ДВНИГМИ. 2010. №1. С. 97-112.
11. Мокеева, Н.П. Отклик морских биоценозов на сброс грунта // Итоги исследований в связи со сбросом отходов в море. – М.: Гидрометеоздат, 1988. С. 89-104.
12. Моценко, А.В. Экологическое состояние восточной части пролива Босфор Восточный (залив Петра Великого Японское море) / А.В. Моценко, Л.Е. Шайхлисламова // Известия ТИНРО. 2010. Т. 161. С. 199-211.
13. Нигматулина, Л.В. Оценка антропогенной нагрузки береговых источников на Амурский залив (Японское море) // Вестник ДВО РАН. 2007. №1. С. 73-77.
14. Огородникова, А.А. Залив Петра Великого: оценка загрязнения / А.А. Огородникова, Э.И. Силина, Л.В. Нигматулина // Рыбное хозяйство. 1991. № 6. С. 19-21.
15. Тихомирова, Е.А. Распределение концентрации нитратов в водах залива Петра Великого (Японское море) // Вестник ДВО РАН. 2008. №3. С. 30-36.

16. Тихомирова, Е.А. Распределение фосфатов и силикатов в водах Амурского залива (залив Петра Великого, Японское море) // Вестник ДВО РАН. 2010. №1. С. 96-101.
17. Шулькин, В.М. Металлы в экосистемах морских мелководий. – Владивосток: Дальнаука, 2004. 279 с.
18. Belan, T.A. The present status of bottom ecosystems of Peter the Great Bay (the Sea of Japan) / T.A. Belan, A.V. Tkalin, T.S. Lishavskaya // Pacific Oceanography. 2003. Vol. 1. № 2. P. 158-167.
19. Tkalin, A.V. The state of the marine environment near Vladivostok, Russia / A.V. Tkalin, T.A. Belan, E.N. Shapovalov // Mar. Pollut. Bull. 1993. Vol. 26, № 8. P. 418-422.
20. Tkalin, A.V. Chlorinated hydrocarbons in coastal bottom sediments of the Japan Sea // Envir. Pollut. 1996. Vol. 92. № 2. P. 183-185.

RESEARCH OF WATER OF THE UGLOVOY GULF (JAPAN SEA) BY METHOD OF MASS SPECTROMETRY WITH INDUCTIVE CONNECTED PLASMA

© 2013 S.S. Veselova¹, T.Yu. Romanova², A.A. Karabtsov², Ya.Yu. Blinovskaya¹,
V.V. Podkopayeva⁴, A.N. Gulkov^{3,5}, K.S. Golokhvast³

¹ Maritime State University named after Admiral G.I. Nevelskiy, Vladivostok

² Far East Geological Institute FEB RAS, Vladivostok

³ Far East Federal University, Vladivostok

⁴ Seaside Department on Hydrometeorology and Environment Monitoring, Vladivostok

⁵ JSC DVNIPI-neftegaz

In the paper results of research the water from Uglovoy Gulf Japan Sea during construction of low-water bridge on the peninsula De-Frieze by means of high resolution mass spectrometry with inductive connected plasma are presented. It is shown that mainly heavy metals collect in ground deposits. On extent of decrease heavy metals in significant concentration can be built in order: Zn, Ni, Fe, Cr.

Key words: heavy metals, Uglovoy Gulf, high resolution mass spectrometry

Svetlana Veselova, Post-graduate Student

Tatiana Romanova, Leading Engineer at the Laboratory of X-ray Methods

Alexander Karabtsov, Candidate of Geology and Mineralogy, Chief of the Laboratory of X-ray Methods

Yana Blinovskaya, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Marine Protection Department

Valentina Podkopayeva, Chief of the Laboratory of Marine Waters Pollution Monitoring

Alexander Gulkov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Oil and Gas Deal and Petrochemistry

Kirill Golokhvast, Candidate of Biology, Associate Professor at the Department of Oil and Gas Deal and Petrochemistry.

E-mail: droopy@mail.ru