

## Секция методов и средств экологического мониторинга водных районов

### НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОАНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ШЕЛЬФА ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ

А.В. Романченко, И.Г. Лисицкая, В.И. Петухов

Экоаналитический контроль фонового уровня загрязнения является важной исследовательской задачей, которая состоит в систематических наблюдениях за объектами окружающей среды в районах, находящихся на расстоянии от источников вредных выбросов, в результате которых могут быть выявлены тенденции в изменениях, происходящих в биосфере на фоновом уровне при антропогенном и природном воздействиях.

В 2003 г. Дальневосточный государственный технический университет (ДВГТУ) совместно с СахНИРО, ИБМ ДВО РАН и ТОИ ДВО РАН выполнил экспедиционные научно-исследовательские работы на шельфе о.Сахалин. Цель исследований заключалась в гидробиологических исследованиях и определении фонового уровня загрязнения в районах морской нефтедобычи.

Сбор материала был проведен на НИС «Академик М.А.Лаврентьев» в июне – июле 2003 г. О степени и характере антропогенного воздействия на морскую акваторию судили по результатам химического анализа верхнего слоя морских донных отложений, т.к. именно донные осадки являются конечным этапом миграции загрязняющих веществ.

Перечень определяемых компонентов составили тяжёлые металлы: Hg, Cd, Pb, Zn, Cu, Cr, Ba, Fe, Mn, а также As и нефтяные углеводороды. Определение наличия этих веществ – важная задача экологического контроля и мониторинга, т.к. они характеризуют основные процессы загрязнения и саморегуляции морской экосистемы. Определение бария обычно не входит в программу экологического мониторинга, но наличие и общее содержание его в донных отложениях исследуемой территории обусловлено возможным влиянием сброса баритосодержащих буровых растворов, что, несомненно, повышает интерес к содержанию этого элемента и необходимость его определения.

Лабораторные химико-аналитические исследования морских донных осадков выполнялись аккредитованными лабораториями г. Владивостока. Методической основой для проведения количественного химического анализа морских донных отложений и грунтов являются, прежде всего, нормативные документы Росгидромета.

При выполнении этих работ мы столкнулись с рядом особенностей и экоаналитических проблем. Прежде всего, далеко не все, даже приоритетные при контроле донных отложений, загрязняющие вещества обеспечены аттестованными методиками химического анализа. Так, до настоящего времени в России не разработана аттестованная методика выполнения анализов на содержание бария в морских грунтах, допущенная к применению при проведении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды. В этой ситуации лаборатории могут использовать другие метрологически аттестованные методики. Мы же располагали двумя методиками третьей категории, которыми можно было воспользоваться в равной степени.

Одна из них, аттестованная по третьей категории точности [1], предназначена для определения валового содержания бария в породах, рудах, минералах и почвах. Метод основан на разложении проб смесью азотной, плавиковой и соляной ки-

слот с последующим сплавлением остатка с карбонатом натрия, после чего барий определяют методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (или более высокочувствительным методом оптической эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой).

Вторая методика многоэлементного рентгенорадиометрического анализа, также отвечает требованиям третьей категории, и разработана Институтом химии Дальневосточного отделения Российской академии наук [2]. Метод основан на возбуждении первичным излучением радионуклидных источников характеристического рентгеновского излучения определяемых элементов и регистрации его многоканальным энергодисперсным спектрометром с Si(Li)-полупроводниковым детектором.

Обе методики имеют свои достоинства и недостатки. Достоинство первой методики определяет факт её доступности практически для любой лаборатории, использующей для анализа атомный абсорбер. Основной недостаток её состоит в сложности и трудоёмкости проведения пробоподготовки, что, в свою очередь, повышает общую погрешность определения. Преимущество же рентгенорадиометрического метода заключается в простоте пробоподготовки, экспрессности, широких пределах и высокой точности определения элементов. Однако метод рассчитан на использование самого современного и весьма дорогостоящего оборудования. Очевидно, что использованная методика может и должна пройти необходимые процедуры для внесения ее в федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды. Вместе с тем, учитывая, что необходимое для ее реализации оборудование доступно далеко не всем аккредитованным лабораториям, в их арсенале необходима и другая методика, основанная на широко распространенном методе, например атомно-абсорбционной спектрофотометрии.

Другая особенность и проблема выполнения химических анализов при осуществлении мониторинговых исследований связана с тем, что фоновые концентрации контролируемых веществ, как правило, очень малы, зачастую речь идет о следовых количествах. Это означает, что должна быть и методика определения этого вещества на уровне концентраций хотя бы в 2 – 5 раз ниже фоновой концентрации и, конечно, не выше ее. Реальное положение, однако, несколько иное. Так, при проведении гидрохимических исследований на шельфе Сахалина, анализу подлежали образцы морского грунта с заведомо низким содержанием нефтепродуктов. Использованная в работе методика [3] аттестована с нижним пределом определения 5 мг/кг, а концентрации нефтяных углеводородов соизмеримы и ниже этой величины, что мешает использовать полученные результаты в качестве исходной информации для определения на её основе фонового состояния загрязнителя на данной территории. Между тем, современные приборы, обладающие высокой чувствительностью, позволяют снизить предел определения. Следовательно, необходимо провести работу по разработке и метрологической аттестации методик анализа, основанных на использовании новейшего оборудования и отвечающих требованиям экоаналитического контроля таких незагрязнённых акваторий.

Решить подобные проблемы призван созданный во Владивостоке Межведомственный центр аналитического контроля состояния окружающей среды. Цель создания Центра – объединение ресурсов различных организаций, формирование единого парка химико-аналитического оборудования для его коллективного пользования. Концентрация современных химико-аналитических средств анализа и контроля (как уникальных, так и широко применяемых) позволит решать комплекс научно-исследовательских и прикладных аналитических задач; облегчит метрологическое обеспечение и квалифицированное обслуживание оборудования; обеспечит полный комплекс аналитических работ в области охраны окружающей среды в регионе, в том числе разработку и освоение современных аналитических методик контроля.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. НСАМ 215-ХС. Атомно-абсорбционное пламенно-фотометрическое определение бария после соосаждения его с сульфатом свинца. М. 1985.
2. Стандарт предприятия. Многоэлементный рентгенорадиометрический анализ донных осадков и магматических горных пород. Владивосток, 1992.
3. РД 52.10.556-95 Методические указания. Определение загрязняющих веществ в пробах морских донных отложений и взвеси. – М.: Гидрометеоздат, 1996.

**АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБИНЫ ПОГРУЖЕНИЯ  
ЗОНДА ПО ИЗМЕРЕННЫМ ЗНАЧЕНИЯМ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО  
ДАВЛЕНИЯ, СКОРОСТИ ЗВУКА И СОЛЕННОСТИ МОРСКОЙ ВОДЫ**

**С.А. Васильев, В.Ю. Романов, И.И. Микушин,  
Е.С. Муравьева, Г.Н. Серавин**

Для определения вертикального распределения скорости звука (ВРСЗ) в измерительном зонде аппаратуры измерения скорости звука обычно размещаются измерительные преобразователи скорости звука и гидростатического давления.

Глубину погружения зонда можно определить по следующей формуле:

$$Z_n = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{g_i \rho_i} + \frac{1}{g_{i-1} \rho_{i-1}} \right) (P_i - P_{i-1}), \quad (1)$$

где  $Z_n$  – глубина погружения зонда, м;

$g_i = 9,7805(1 + 5,3 \cdot 10^{-3} \sin \varphi) + 2,2 \cdot 10^{-4} P_i$  – ускорение свободного падения на  $i$ -м горизонте погружения зонда, м/с<sup>2</sup>;

$\varphi$  – широта места проведения измерений, град;

$P_i = P_i^{(Z)} + (P_a - P_0)$  – полное давление, действующее на зонд на  $i$ -м горизонте,

$P_i^{(Z)}$  – гидростатическое давление (давление водяного столба на  $i$ -м горизонте, МПа;

$P_a$  – атмосферное давление на месте и  $P_0$  – во время проведения градуировки (поверки) измерительного преобразователя гидростатического давления, МПа;

$\rho_i$  – плотность морской воды на  $i$ -м горизонте, кг/м<sup>3</sup>.

Горизонту  $i-1$  соответствует поверхность моря, т.е.  $P_{i-1}^{(Z)} = 0$ .

Плотность морской воды на каждом горизонте в общем случае зависит от температуры  $T$ , солёности  $S$  и давления  $P$ , то есть

$$\rho = f(T, S, P). \quad (2)$$

В океанологии принято иметь дело с условной плотностью морской воды  $\sigma = f(T, S, P)$ . В системе СИ плотность морской воды можно выразить через ее условную плотность следующим образом:

$$\rho = 1000 + \sigma(T, S, P). \quad (3)$$

Как следует из соотношения (1), для определения глубины погружения зонда  $Z_n$  (значения  $n$ -го горизонта) необходимо знать зависимость от полного давления  $P = P_i$  по глубине в месте проведения измерений ускорения свободного падения  $g_i(\varphi, P_i)$  и плотности морской воды  $\rho_i(T_i, S_i, P_i)$  на  $i$ -х горизонтах. Если значение  $g_i(\varphi, P_i)$  можно непосредственно вычислить, то для определения  $\rho_i$  необходимо знать не только давление  $P_i$ , но и температуру  $T_i$  и солёность  $S_i$  на  $i$ -х горизонтах.

В работе [1] предложено использовать при расчетах глубины погружения зонда до 1000 м по измеренным значениям гидростатического давления для откры-