

УДК 504.4.054:551.464

А.М. Савоськина, Д.А. Широков

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
В ЗОНЕ СМЕШЕНИЯ МОРСКИХ И ПРЕСНЫХ ВОД
(НА ПРИМЕРЕ ОБСКОЙ ГУБЫ)**

Представлены основные результаты исследований на содержание ряда тяжелых металлов в воде и донных отложениях. Пробы отбирались в средней и северной частях Обской губы в июле-октябре 2010 г. Детально исследована область смешения речных и морских вод.

Ключевые слова: тяжелые металлы, соленость, Обская губа, маргинальный фильтр, коагуляция.

В настоящее время активно развивается хозяйственное освоение нефтегазовых месторождений на морском шельфе. Современное законодательство предъявляет к недропользователям ряд требований по охране недр и окружающей среды, среди которых обеспечение экологической безопасности производства и снижение негативного воздействия на окружающую среду. Данные исследований различных гидрохимических и токсикологических показателей водного объекта необходимы для как для оценки текущего состояния экосистемы, так и для прогноза динамики соответствующих параметров.

В связи с предполагаемым хозяйственным освоением газовых и газоконденсатных месторождений Обской губы в период навигации 2010 года нашим институтом были проведены мониторинговые исследования в средней и северной частях Обской губы. Работы были организованы в два этапа. Первый был приурочен к началу спада волны половодья, когда объем стока был довольно высок. Начало работ пришлось на конец июля 2010 г. — в период освобождения ото льда северной части акватории Обской губы. Второй этап экспеди-

ционных исследований захватил момент, когда уровень воды, а соответственно и объем стока, приближаются к минимальному для периода открытой воды. При этом все работы были завершены до начала процесса ледообразования, который по среднесезонным данным приходится на начало октября 2010 г. [1].

Данные работы включали в себя исследования содержания тяжелых металлов в воде (Cu, Mn, Fe, Cd, Ni, Zn, Co и Hg) и донных отложениях (Cu, Mn, Fe, Cd, Ni, Zn, Co и Pb). При этом особого внимания заслуживают результаты по содержанию тяжелых металлов в зоне смешения речных и морских вод. Исследование этой зоны было проведено максимально подробно, станции отбора проб были расположены с весьма высокой плотностью. Это позволило дать оценку динамике содержания металлов в зависимости от изменения минерализации водной среды. Также на основании полученных результатов удалось косвенно пронаблюдать процесс коагуляции, активизирующийся в зоне смешения пресных и соленых вод и представляющий собой одну из стадий проявления маргинального фильтра океанов.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в воде Обской губы за июль-август 2010 г. при различных значениях минерализации, мкг/л.

Значение	Cu	Mn	Fe	Cd	Ni	Zn	Co	Hg
при минерализации воды до 1 г/л								
Минимальное	0,12	0,07	22,08	0,06	0,12	0,12	0,12	<0,015
Максимальное	3,83	31,60	180,12	1,26	5,33	8,40	2,75	<0,015
Среднее	1,73	2,04	78,04	0,19	1,04	2,37	0,56	<0,015
при минерализации воды от 1 до 10 г/л								
Минимальное	0,59	2,17	11,04	0,06	0,12	1,20	0,12	<0,015
Максимальное	2,72	30,22	182,04	1,08	4,12	11,04	2,74	<0,015
Среднее	1,40	7,78	85,36	0,18	1,74	3,73	0,40	<0,015
при минерализации воды от 10 до 20 г/л								
Минимальное	0,23	6,10	16,68	0,06	0,59	3,36	0,12	<0,015
Максимальное	2,81	35,51	40,20	0,26	2,94	6,96	0,42	<0,015
Среднее	1,14	20,02	25,32	0,13	1,79	5,48	0,26	<0,015
при минерализации воды от 20 до 30 и более г/л								
Минимальное	0,42	0,29	2,64	0,06	0,43	1,20	0,12	<0,015
Максимальное	5,26	3,29	6,60	0,73	4,27	17,76	1,75	<0,015
Среднее	1,48	1,67	4,15	0,29	1,48	8,61	0,90	<0,015

Пробы воды отбирались с двух, либо с трех горизонтов (в зависимости от вертикального распределения гидрологических параметров — с поверхностного, придонного и, при наличии слоя скачка, с промежуточного горизонтов). Подготовка проб донных отложений для количественного химического анализа тяжелых металлов проводилась в лабораторных условиях способом мокрой минерализации. При проведении количественного химического анализа проб воды и донных отложений использовали метод атомной абсорбции, измерения проводились на атомно-абсорбционном спектрометре «Квант-З.ЭТА» с электротермическим атомизатором. При определении металлов в воде руководствовались ПНД Ф 14.1:2:4.140-98, в донных отложениях — РД 52.10.556-95.

Основные результаты исследований представлены ниже.

Вода

Весьма интересным представляется исследование динамики тяжелых металлов в зоне смешения пресных и соленых вод. В таблицах 1 и 2 продемонстрированы содержания тяжелых металлов (Cu, Mn, Fe, Cd, Ni, Zn, Co и Hg) в воде Обской губы при различных значениях минерализации за июль-август и за сентябрь-октябрь 2010 г. соответственно.

При изменениях минерализации воды хорошо видна динамика содержания Mn и Fe: концентрация Fe довольно резко понижается с увеличением минерализации, поведение Mn не столь однозначно — при увеличении минерализации сначала наблюдается повышение содержания, затем

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в воде Обской губы за сентябрь-октябрь 2010 г. при различных значениях минерализации, мкг/л.

Значение	Cu	Mn	Fe	Cd	Ni	Zn	Co	Hg
при минерализации воды до 1 г/л								
Минимальное	0,29	0,12	13,80	0,06	0,12	0,12	0,12	<0,015
Максимальное	10,90	43,54	88,08	8,32	2,83	66,24	2,15	<0,015
Среднее	2,05	3,34	42,43	0,36	1,24	4,47	0,43	<0,015
при минерализации воды от 1 до 10 г/л								
Минимальное	0,55	0,50	1,32	0,06	0,12	1,20	0,12	<0,015
Максимальное	2,47	11,47	88,92	1,25	2,47	13,56	1,82	<0,015
Среднее	1,35	5,90	16,34	0,27	1,24	4,66	0,50	<0,015
при минерализации воды от 10 до 20 г/л								
Минимальное	0,36	1,39	1,20	0,06	0,62	1,20	0,12	<0,015
Максимальное	1,88	22,28	7,08	1,27	1,66	22,32	1,68	<0,015
Среднее	1,10	7,73	4,76	0,58	1,17	5,75	0,47	<0,015
при минерализации воды от 20 до 30 и более г/л								
Минимальное	0,16	1,26	2,16	0,06	0,90	1,20	0,12	<0,015
Максимальное	2,39	8,82	18,48	1,24	2,37	11,04	1,06	<0,015
Среднее	1,24	4,13	5,99	0,53	1,68	4,95	0,36	<0,015

следует понижение примерно до значений, наблюдаемых в пресной воде.

На рисунках 1 и 2 представлены изменения концентраций Mn и Fe соответственно при различных значениях минерализации воды (от 0,013 до 31,008 г/л).

При более подробном рассмотрении динамики концентраций Mn и Fe в воде Обской губы при разных значениях минерализации можно отметить, что с повышением минерализации содержание Fe действительно резко уменьшается, а по Mn наблюдаются скачкообразные повышения концентраций на общем фоне их незначительного роста.

Потеря растворенного Fe в зоне смешения пресных и соленых вод является следствием процесса коагуляции, протекающего при повышении

минерализации воды [2]. Особенности динамики Mn обусловлены тем, что он является редокс-чувствительным элементом, подвижным в морской среде, причем основная часть растворенного Mn находится во фракциях низкого молекулярного веса (в отличие от растворенных форм Fe) [3], менее подверженных коагуляции, поэтому не наблюдается столь резких изменений его содержания.

Донные отложения.

Наиболее характерные схемы распределения тяжелых металлов в донных отложениях северной части Обской губы представлены на *рисунке 3*. В силу того, что донные отложения представляют собой объект исследования, достаточно инертный во времени (в отличие от воды, состав которой может меняться динамично) [4],

здесь приводятся схемы распространения тяжелых металлов только за один период экспедиционных работ. Значения концентраций приведены в

мкг/г воздушно-сухой пробы донных отложений, карты соответствуют осеннему периоду отбора проб (сентябрь-октябрь 2010 г.).

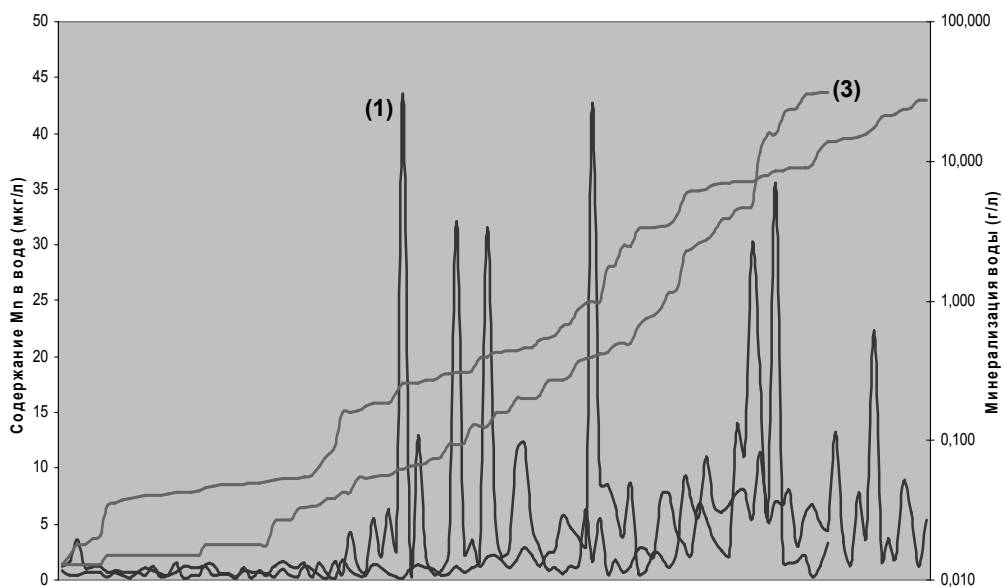


Рис. 1. Динамика содержания Mn (1) в зависимости от изменения минерализации (3) воды

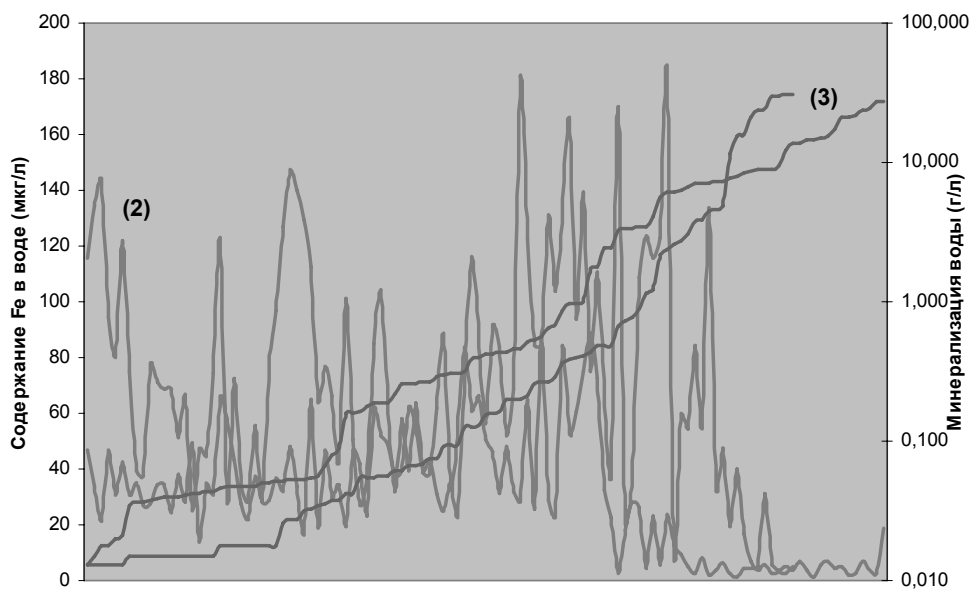


Рис. 2. Динамика содержания Fe (2) в зависимости от изменения минерализации (3) воды

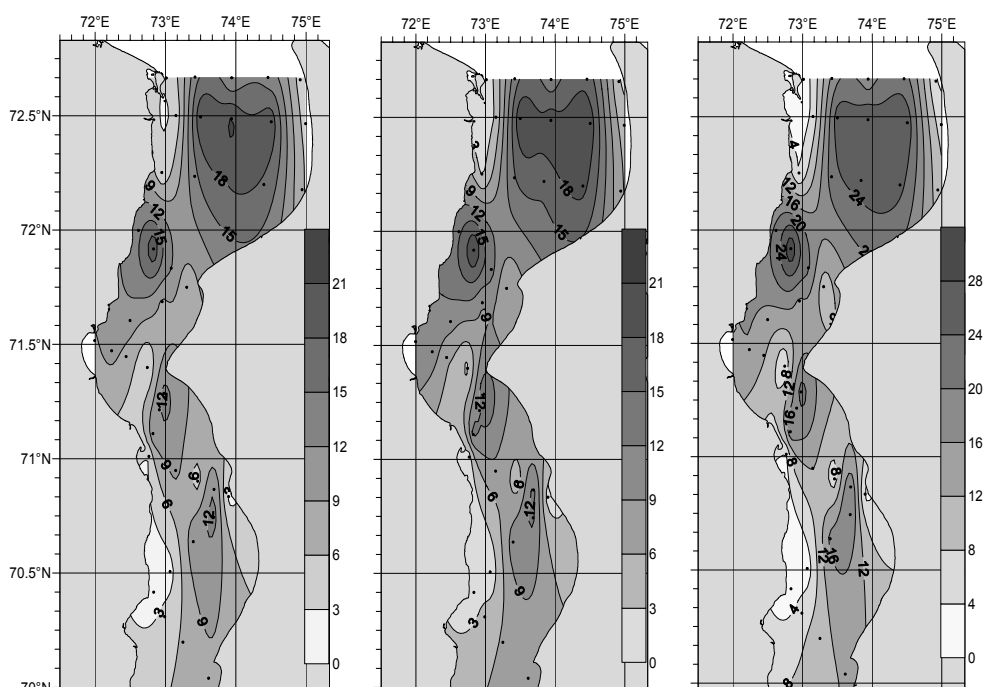


Рис. 3. Схемы распределения в донных отложениях Обской губы Pb, Cu и Ni соответственно

На приведенных схемах четко прослеживается накопление металлов в районе зоны смешения морских и речных вод — это следствие работы маргинального фильтра океанов, который способен осаждавать около 90 % взвешенных и 40 % растворенных форм тяжелых металлов [3], являясь своего рода естественным барьером на пути поступления в мировой океан материковых загрязнений. Здесь же видно, что вследствие коагуляции начинают интенсивно осаждаться тяжелые металлы различных форм нахождения (взвешенные и некоторые растворенные, в соединениях большой и сравнительно малой молекулярных масс).

Анализируя результаты данных исследований можно отметить, что распределение металлов в воде и грунте летом-осенью 2010 г. обуславливает-

ся природными процессами и находится в рамках естественных колебаний [4]. Редкие отклонения от нормативов [6] средних значений концентраций тяжелых металлов (по Cu отмечались превышения ПДК_{рх} до 1,5—2 раз) объясняются естественными причинами [5], и нет оснований приписывать их влиянию антропогенных факторов.

Особенностью шельфовых месторождений является их непосредственная близость с районами, отличающимися высокой биопродуктивностью и традиционно активным рыболовством. Морские биоресурсы обладают способностью самовоспроизводства, потому фактически они бесценны. Ввиду этого так важно обеспечение экологической безопасности морского нефтегазового комплекса. Фоновые мониторинговые исследования

представляют собой ту основу, на которую впоследствии смогут опереться специалисты-экологи при

оценке воздействия хозяйственного освоения месторождений на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лапин С.А., Мазо Е.Л., Маккавеев П.Н. Комплексные исследования Обской губы // Океанология. – М.: Наука / в печати.
2. Папина Т.С. Транспорт и особенности распределения тяжелых металлов в речных экосистемах, Новосибирск, 2001.
3. Гордеев В.В. Система река-море и ее роль в геохимии океана: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук / Институт океанологии им. П.П. Ширшова, М., 2009.
4. Ефремкин Е.М., Холмянский М.А. Геоэкологическое сопровождение освоения нефтегазовых месторождений арктического шельфа. – СПб.: Недра, 2008.
5. Геоэкология шельфа и берегов морей России / Под ред. Н.А. Айбулатова. – М.: Издательский дом «Ноосфера», 2001.
6. Моисеенко Т.И., Кудрявцева Л.П., Гашкина Н.А. Рассеянные элементы в поверхностных водах суши. – М.: Наука, 2006.

ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Савоськина Анна Михайловна — ведущий инженер, knot52mdxiv@gmail.com,

Широков Дмитрий Андреевич — научный сотрудник, shirokov@vniro.ru,

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии.



ГОРНАЯ КНИГА



Освоение техногенных массивов на горных предприятиях

А.М. Гальперин, Ю.И. Кутепов, Ю.В. Кириченко, А.В. Киянец, А.В. Крючков, В.С. Круподеров, В.В. Мосейкин, В.П. Жариков, В.В. Семенов, Х. Клапперих, Н. Тамашкович, Х. Чешлок

2012 г.

336 с.

ISBN: 978-5-98672-311-2

UDK: 622:577.4; 624.131.1:550.4

Отмечен существенный негативный вклад техногенных массивов на горных предприятиях в нарушение окружающей среды и определены направления их экологически безопасного освоения. Приведена характеристика горно-промышленных регионов с различными направлениями освоения техногенных массивов в России и Германии.

Для специалистов горного дела, в области геоэкологии и смежных специальностей. Может быть полезна студентам вузов, а также учащимся средних специальных учебных заведений горного профиля.