

УДК [550.8:528]:551.462.32:577.4(268.45)

УРОВНИ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПРИДОННОЙ МОРСКОЙ СРЕДЕ ЗАПАДНО-АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА

© 1997 г. Г.И. Иванов, академик И.С. Грамберг, В.Д. Крюков

*Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана,
Санкт-Петербург*

Полярная морская геологоразведочная экспедиция, Ораниенбаум Ленинградской обл.

Поступило 12.02.97 г.

Россия обладает крупнейшим в мире шельфом, большая часть которого приходится на арктическую зону, недра которой являются крупнейшим резервом минерально-сырьевых ресурсов и в первую очередь нефти и газа. Кроме того, арктический шельф России обладает крупнейшими биоресурсами, являющимися важным резервом пищевых и кормовых продуктов. Не менее важно значение арктического шельфа как нового объекта комплексного народнохозяйственного освоения в промысловых, транспортных, строительных и других целях.

Шельф испытывает огромную нагрузку со стороны берега и внутренних частей суши, где расположены горно-металлургические и химические предприятия, городские агломерации и другие очаги экологической напряженности. Начало освоения нефтяных и газовых месторождений Баренцевоморской провинции может в значительной степени увеличить техногенный пресс на морские акватории.

Одним из важнейших аспектов этой проблемы является оценка состояния экосистем Арктики, возможность сравнения степени загрязнения тех или иных участков шельфа, нормирование степени загрязнения и т.п. В настоящее время пока не существует единых сопоставимых данных по уровням концентраций поллютантов в природной среде шельфовых зон. Известные предельно допустимые концентрации (ПДК), разработанные для водных масс пресноводных бассейнов, причем лишь для ограниченного числа загрязняющих веществ, могут быть использованы для шельфовых зон только в качестве первичной базы сравнения.

Антропогенная нагрузка на морские акватории России напрямую связана с индустриально-хозяйственным развитием

прилегающих территорий и климатическими условиями. Естественно фоновые концентрации различных видов загрязняющих веществ для дальневосточных морей, балтийского региона, черноморского шельфа и Арктики не одинаковы. Отдельные моря арктического региона имеют различные характеристики составляющих природной среды, обусловленные причинами физико-географического характера, гидрологическими, морфологическими и геологическими факторами. Для отдельных участков акватории одного и того же моря, находящихся при примерно равной степени антропогенной нагрузки, часто наблюдаются различные уровни концентрации поллютантов, связанные с особенностями рельефа морского дна, вещественно-генетическим типом донных осадков, гидрологией и гидродинамикой. Все это предопределяет необходимость расчета фоновых концентраций загрязняющих веществ для каждого уровня организации объекта в зависимости от масштаба исследований.

Научно-производственная ассоциация «Севморгеология» в течение 1991-1994 гг. выполнила комплексные геоэкологические исследования Западного сектора Арктики, включая Норвежское, Баренцево, Карское, Белое, Печорское моря и восточную часть Гренландского моря [Ivanov et al., 1993; Иванов и Бордуков, 1994; Ivanov et al., 1994; Gramberg et al., 1994; Грамберг и др., 1995]. Целевым назначением исследований являлась комплексная оценка антропогенного воздействия на основные составляющие природной среды - поверхностные донные осадки, придонные воды и биоту. Экспедиционные работы выполнялись на НИС «Профессор Логачев» (1994 г.), «Геолог Ферсман» (1992-1993 гг.) и «Академик Александр Карпинский» (1991 г.).

Таблица 1. Статистические параметры распределения концентраций загрязняющих веществ в придонном слое воды Баренцева моря (по данным 236 станций)

Параметр	X	min	max	Ед. изм.	ПДК
Zn	1.1	0.0	22.2	мкг/л	5
Fe	0.8	0.1	31.6	“	50
Sn	0.02	0.0	0.7	“	
Mn	0.3	0.0	2.0	“	50
Ni	0.04	0.0	0.9	“	10
Cu	0.1	0.0	3.4	“	5
Cd	0.02	0.0	0.3	“	1
Pb	0.3	0.0	4.0	“	10
Co	0.01	0.0	0.1	“	
Фенол	5.3	0.0	50.0	“	100
Нефтяные УВ	0.1	0.0	13.0	“	
ПАУ	0.24	0.0	0.59	“	50
NO ₂	2.0	0.5	21.3	“	
NO ₃	70.1	5.6	240	“	
SiO ₂	42	5	132	“	
СПАВ	0.46	0.0	63.8	“	100
α-ГХЦГ	0.4	0.0	1.9	нг/л	10
γ-ГХЦГ	0.2	0.0	0.7	“	10
ДДЕ	0.05	0.0	0.1	“	
ДДД	0.06	0.0	0.3	“	
ДДТ	0.07	0.0	0.2	“	
ПХБ	0.2	0.0	40.0	“	
РН	8.43	8.29	8.62	“	
O ₂	7.74	6.37	9.97	мл/л	
PO ₄	12.8	3.1	25.3	мкг/л	
P	16.2	6.0	30.1	“	

Комплекс работ состоял из геоакустических, гидрофизических, гидрологических, литолого-минералогических, экогеохимических, микробиологических, санитарно-эпидемиологических и гидробиологических исследований.

Для обеспечения экологических исследований использовались следующие средства донного пробоотбора: коробчатый пробоотборник с фотокамерой ГФК-10, дночерпатель «Океан-0.25» с фотокамерой ГФК-10, драга малая (трал Сигсби) с шириной захвата 1.1 м. Гидрофизические наблюдения проводились с помощью зондирующего комплекса «NEIL BROWN». Отбор проб воды осуществлялся при гидрофизическом зондировании с помощью винипластового батометра ИОАН объемом 7 л и батометров типа «Нискин» объемом 3.5 л.

Наборные гидрохимические исследования по консервации, концентрированию и последующему анализу основных групп загрязняющих веществ выполнялись по утвержденным Госкомприроды и Роскомгидрометом методикам [Перечень..., 1990] сотрудниками РГЦ «Мониторинг Арктики».

Комплексное литолого-геохимическое опробование проводилось ВНИИОкеангеология по стандартной методике, принятой при мелкомасштабной геологической съемке шельфа и геоэкологическом картировании регионального уровня масштаба 1:1 000 000 [Временные..., 1989]. Анализ основных групп поллютантов в донных осадках выполнялся по методикам, утвержденным в Роскомгидромете и Минэкологии.

В настоящее время выполнена первая попытка расчета фоновых концентраций для придонного слоя воды и донных осадков на трансрегиональном уровне (для Баренцева моря) методом среднеарифметического, так как относительно регулярная сеть опробования позволяет сделать это.

Гидрологический режим исследованного региона определяется тремя основными факторами - теплым атлантическим течением Гольфстрим, приливно-отливными течениями и ледовым покровом. Именно эти факторы определяют основные параметры придонного слоя воды и его динамичность.

В табл. 1 приведены данные по концентрации загрязняющих веществ в придонном слое воды Баренцева моря.

Характер распределения практически всех элементов имеет логнормальный закон, что предопределяет необходимость предварительного логарифмирования исходных данных перед началом математической обработки. Следующим важным аспектом является асимметричный характер распределения, со значительным смещением кривой распределения в сторону малых концентраций. Это неудивительно, так как на подавляющей части станций зафиксированы содержания, близкие к порогу обнаружения используемых аналитических методов. Анализ концентраций основных групп поллютантов в придонных водах Баренцева моря показывает на большей части акватории относительно низкие содержания, значительно более низкие, чем предельно допустимые концентрации (ПДК), принятые в Минрыбхозе и Минводхозе России (табл. 1). Но вместе с тем отмечаются зоны относительно высоких концентраций, связанные с прибрежными участками Кольского побережья и побережья архипелагов Новая Земля, Земля Франца-Иосифа и Свальбарда. Для Zn, Fe, Cu, Pb, фенолов, нефтяных углеводородов отмечаются концентрации, близкие или даже более высокие, чем ПДК.

В центральной части Баренцева моря зафиксированы участки отсутствия (ниже порога обнаружения используемых аналитических методов) практически всех видов загрязнений, и наоборот, в прибрежных областях зафиксированы участки дна, характеризующиеся достаточно большими концентрациями. Так, в Кольском заливе и вдоль побережья Кольского полуострова отмечаются повышенные концентрации ряда загрязняющих веществ и особенно фенолов.

Сопоставление данных наших исследований с таковыми по Мировому океану [Израэль и Цыбань, 1989; *Oil in the Sea...*, 1995] показывает, что содержание большинства загрязняющих веществ, включая нефтяные углеводороды, в придонном слое воды Баренцева моря в целом значительно ниже, чем в Северном, Балтийском и Черном морях [Комплексные..., 1994]. Данные по арктическим морям [Melnikov et al., 1994] в целом показывают сходную картину.

Статистические параметры распределения концентраций основных групп загрязняющих веществ в донных осадках Баренцева моря приведены в табл. 2. В виду отсутствия в настоящее время нормативных показателей загрязнения для донных осадков мы использовали для сравнения сопоставимые данные по отдельным районам Мирового океана.

Таблица 2. Статистические параметры распределения концентраций загрязняющих веществ в донных осадках Баренцева моря (по данным 342 станций)

Параметр	X	min	max	Ед. изм.
Zn	86	4	154	ppm
Fe	4.3	0.3	8.8	%
Co	23	2	57	ppm
Ni	42	3	92	"
Cu	89	5	216	"
Cd	6	0	20	"
Pb	26	4	89	"
⁴⁰ K	350	227	459	Бк/кг
β-излучение	0.703	0.45	1.038	имп/с
¹³⁷ Cs	2.8	1.9	5.8	Бк/кг
²²⁸ Th	15	11	30	"
²²⁶ Ra	9	5	21	"
α-ГХЦГ	0.1	0	1.9	нг/г
γ-ГХЦГ	0.1	0	1.3	"
ДДЕ	0.02	0	1.3	"
ДДД	0.03	0	34.5	"
ПХБ	0.3	0	380	"
NO ₂	0.04	0	0.48	ppm
NO ₃	0.35	0.07	4.68	"
PO ₄	0.44	0.05	6.0	"
P	0.57	0.07	6.84	"
Фенол	0.2	0	8.8	"
Нефтяные УВ	676	202	2176	"
ПАУ	0.04	0	0.41	"
Hg	0.025	<0.004	0.59	"

Активности радионуклидов в донных осадках Баренцева моря низкие, в пределах 2-10 Бк/кг для ¹³⁷Cs, 200-500 Бк/кг для ⁴⁰K, 11-30 Бк/кг для ²²⁸Th, 5-21 Бк/кг для ²²⁶Ra.

Сопоставление средних концентраций основной группы тяжелых металлов с кларками их концентраций в глинистых осадках Мирового океана показывает, что концентрации практически всех элементов значительно ниже. Исключение составляет Cd, концентрации которого в донных осадках Баренцева моря на порядок выше.

Данные по содержанию хлорорганических соединений практически для всех групп (α- и γ-изомеры ГХЦГ, пестициды, полихлорбифенилы) близки или несколько ниже данных по другим акваториям [Израэль и Цыбань, 1989].

Концентрации нефтяных углеводородов в донных осадках Баренцева моря значительно превышают аналогичные для других акваторий. Это объясняется, вероятнее всего, просачиванием углеводородов из залежей в поверхностный слой донных осадков. Близкие концентрации наблюдаются и в Печорском море, где более надежно устанавливается эндогенный подток углеводородов [Petrova & Danyushevskaya, 1994].

Проведенные исследования впервые позволили получить статистически обоснованные фоновые концентрации основных групп загрязняющих веществ для придонной воды и донных осадков Баренцева моря, одного из наиболее важных, с точки зрения освоения минерально-сырьевых ресурсов, регионов на арктическом шельфе России. Эти данные могут быть использованы

для оценки состояния природной среды в районах предполагаемого освоения нефтяных и газовых месторождений, а также для организации регионального мониторинга арктических морей и разработки нормативной документации по рациональному природопользованию на арктическом шельфе России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ivanov G.I., Bordukov Yu.K., Ivanov V.L. et al.* In: *Radioactivity and Environmental Security in the Oceans: New Research and Policy Priorities in the Arctic and North Atlantic*. Woods Hole, 1993. P. 79-89.
2. *Иванов Г.И., Бордуков Ю.К.* В кн.: *Геология морей и океанов*. М., 1994. Т. 2. С. 91-93.
3. *Ivanov G.I., Gramberg I.S., Ivanov V.L. et al.* In: *Arctic Research of the United States*. 1994. V. 8. P. 246-256.
4. *Gramberg I.S., Ivanov G.I., Grikurov G.E. et al.* Ext. Abstr. Helsinki: RIL, 1994. P. 293-294.
5. *Грамберг И.С., Иванов Г.И., Иванов В.Л. и др.* В кн.: *Освоение шельфа арктических морей России*. СПб., 1995. С. 313-315.
6. *Перечень аттестованных и временно допущенных к использованию (до 1995 года) методик определения содержания компонентов в природных и сточных водах*. М.: Роскомгидромет, 1990. 126 с.
7. *Временные методические рекомендации по ландшафтно-экологическому картированию при геологической съемке шельфа*. Л., 1989. 41 с.
8. *Израэль Ю.А., Цыбань А.В.* *Антропогенная экология океана*. JL: Гидрометеиздат, 1989. 527 с.
9. *Oil in the Sea. Inputs, Fates and Effects*. Wash., D.C.: Nat. Acad. Press, 1995. P. 345.
10. *Комплексные исследования техногенного загрязнения в прибрежной зоне кавказского шельфа Черного моря*. Геленджик, 1994. 226 с.
11. *Melnikov S.A., Vlasov C.V., Rishov O.V. et al.* In: *Arctic Research of the United States*. 1994. V. 8. P. 277-283.
12. *Petrova V.I., Danyushevskaya A.I.* Ext. Abstr. Helsinki: RIL, 1994. P. 298-299.

Ссылка на статью:



Иванов Г.И., Грамберг И.С., Крюков В.Д. Уровни концентраций загрязняющих веществ в придонной морской среде Западно-Арктического шельфа // Доклады Академии Наук. 1997. Т. 355. № 3. С. 365-368.