

capability. As a result, the numerical strength of the mature part of the population is reduced by 10-20% and the recruitment to the stock decreases by 20%.

The concentration of  $1 \cdot 10^{-10}$  Ci/liter is ecologically acceptable to water bodies which are important to fisheries. The permissible dose limit of radiation for kidneys and gonads is 0.01 rad/day. The objectives of future investigations are to study sources of body burden in fish on account of other radionuclides (T, C<sup>14</sup>, Co<sup>60</sup>, Zn<sup>65</sup> isotopes of Pu), to ascertain their radiotoxicity and acceptable dose limits for natural water bodies on an ecological basis.

Goldberg, E. D. Baseline studies of pollutants in the marine environment and research recommendations. The IDOE Baseline Conf. May 24-26, 1972, New York. 54 p.

Goldberg, E. D., Broecker, W. S., Gross, M. G., Turekian, K. K. Marine chemistry. Radioactivity in the marine environment. Nat Acad. of Sci., USA, 1971, p. 137-146.

Ishibashi, M. Quantitative distribution of chemical elements in the sea water. Proc. UNESCO Sympos. Phys. Oceanogr. (19-th-22-nd Oct., 1955, Tokyo). Paris, UNESCO: Tokyo, Japan Soc. Promotion Sci., 1957, p. 175-178.

Spencer, D. W., Brewer, P. G. The distribution of copper, zink and nickel in sea water of Gulf of Mexico and Sargasso Sea. *Geochem. et Cosmochem. Acta*, 1969, v. 33, No. 3.

Wolfe, D. A., Rice, T. R. Nutrient elements in sea water. *Environ. Biol.* 1966, No. 7, p. 143-145.

УДК 551.464

## ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ БИОГЕОХИМИИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ГРУППЫ МЕТАЛЛОВ В ЭКОСИСТЕМАХ ОКЕАНОВ И МОРЕЙ

Н. П. Морозов, С. А. Патин  
С. А. Петухов

Сведения о содержании и распределении микроэлементов группы переходных и тяжелых металлов в океанических и морских экосистемах необходимы для решения вопросов научного и практического характера. К их числу, например, относится разработка мониторинга химического загрязнения морской среды, задачей которого являются наблюдения за некоторыми металлами в Мировом океане. Специфика переходных и тяжелых металлов как компонентов загрязнения морских экосистем состоит, как известно, в том, что антропогенные нарушения их концентраций и соотношений в среде и гидробионтах возникают на фоне природного содержания соответствующих микроэлементов, многие из которых, например Fe, Mn, Zn, Cu и другие, играют важную роль в жизнедеятельности гидробионтов.

Отбор и предварительную обработку проб воды, взвеси, планктона, бентоса, nekтона и донных отложений производили по общепринятой методике. Анализы выполнялись методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии с использованием спектрофотометра "Хитачи-

207" и ртутного анализатора "Колеман-МАС-50" по методикам, описанным ранее (Морозов, Демина, 1974; Морозов, 1974; Тихомирова и др., 1976). Коэффициент вариации результатов параллельных определений составлял 10-20% для разных элементов.

#### Микроэлементы в морской воде и во взвешенном материале.

В табл. 1 представлены обобщенные результаты определения десяти металлов в пробах морской воды и взвешенного материала, отобранных в различных районах Северной Атлантики, Индийского и Тихого океанов, некоторых морей и их заливов. Наши данные в общих чертах согласуются со сводными литературными материалами (Виноградов, 1967; Лисицын, Гордеев, 1974; Сугавара, 1965; Ishibashi, 1957; Wolfe, Rice, 1966; Spencer, Brewer, 1969; Goldberg, 1972), различаясь в некоторых случаях (особенно по Pb, Co и Cd), что вполне понятно, если учесть расхождения в методах отбора, обработки и анализа проб, а также природную вариативность концентраций металлов в связи с географическими, сезонными и другими факторами.

Наиболее представительный материал получен нами для Северной Атлантики. Результаты исследований свидетельствуют о большой изменчивости концентраций рассматриваемых элементов в морской воде и взвешенном материале как в географическом аспекте так и во времени (сезонная изменчивость). Распределение металлов в поверхностных водах океанов и морей характеризуется "пятнистостью" и приуроченностью относительно повышенных концентраций к прибрежным районам, заливам, зонам речного стока, горным и индустриальным центрам.

Изменение содержания всех исследованных металлов в толще воды выражено гораздо слабее, чем в поверхностном горизонте. Однако в большинстве случаев на глубине 10 м содержание многих металлов несколько повышается, а на глубине 50 м - понижается вплоть до минимума. Далее на горизонте 100 м и глубже содержание металлов вновь увеличивается, что, видимо, связано с распределением биомассы планктонных организмов и их остатков, обладающих высокой сорбционной способностью к микрокомпонентам среды.

Определенную роль, несомненно, играют гидродинамические процессы в поверхностных водах (течения, перемешивание различных водных масс, подъем глубинных вод и т.д.). О связи содержания микроэлементов с первичной продукцией и подъемом водных масс юго-восточной части Тихого океана говорят данные Лисицына и Гордеева (1974), а также наши данные по Азовскому морю, высокая продуктивность которого обуславливает низкие уровни содержания в воде всех рассматриваемых металлов по сравнению с другими морями (Морозов и др., 1976).

Из данных табл. 1 следует, что порядок величин и общая закономерность (ряды изменения) концентраций металлов в поверхностных водах различных регионов с соленостью от 35‰ (пелагиаль океана) до нескольких промилле (опресненные моря) в общих чертах однотипны. Обнаруживается также тенденция нарастания концентраций большинства металлов в воде и во взвешенном материале при переходе от пелагиали океана к его неарктической а

Содержание тяжелых и переходных металлов в поверхностных водах (I, в мкг/л) и взвешенном материале (II, в мкг/л - числитель и % - знаменатель).

Воды	Число проб	Fe		Mn		Zn		Cu		Ni
		I	II	I	II	I	II	I	II	I
Океанические Атлантический океан (северная часть)	90	3,0	<u>0,27</u> 0,04	0,4	<u>0,03</u> 0,003	9,0	<u>0,64</u> 0,084	1,0	<u>0,09</u> 0,014	2,0
Тихий океан	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Индийский океан	8	5,6	<u>0,19</u>	0,3	<u>0,004</u>	19,9	<u>0,07</u>	1,7	<u>0,013</u>	1,7
Среднее		4,3	<u>0,12</u>	0,4	<u>0,004</u>	14,5	<u>0,077</u>	1,4	<u>0,014</u>	1,9
Среднее для океанических вод*		5,0	-	0,3	-	3,0	-	2,0	-	2,0
Морские Японское море	15	5,0	<u>26,3</u> 0,53	-	<u>0,4</u> 0,004	34,2	<u>6,6</u> 0,151	1,0	<u>0,9</u> 0,016	1,1
Залив Петра Великого	3	6,5	<u>47,3</u> 0,48	-	<u>3,4</u> 0,016	56,5	<u>9,2</u> 0,055	1,0	<u>4,6</u> 0,028	1,0
Северное море	35	11,0	-	-	-	26,0	-	2,7	-	2,2

Воды	Число проб	Ni	Co		Cr		Pb		Cd		Hg
		II	I	II	I	II	I	II	I	II	I
Океанические Атлантический океан (северная часть)	90	<u>0,04</u> 0,005	0,3	-	-	-	0,9	<u>0,12</u> 0,017	0,2	-	0,07
Тихий океан	27	-	-	-	-	-	0,25		0,11	-	0,16
Индийский океан	8	<u>0,006</u>	0,2	-	-	-	0,21	<u>0,007</u>	0,13	<u>0,0007</u>	-
Среднее		<u>0,006</u>	0,3	-	-	-	0,45	<u>0,012</u>	0,15	<u>0,001</u>	0,12
Среднее для океани- ческий вод*		-	0,03	-	0,3	-	0,02	-	0,02	-	0,1
Морские											
Японское море	15	<u>0,4</u> 0,006	0,2	-	-	-	1,4	<u>0,4</u> 0,017	0,1	<u>0,03</u> 0,0002	0,8
Залив Петра Вели- кого	3	<u>1,0</u> 0,005	0,3	-	-	-	0,5	<u>0,6</u> 0,013	0,1	<u>0,07</u> 0,0004	0,6
Северное море	35	-	0,3	-	-	-	1,0				0,3

Воды	Число проб	Fe		Mn		Zn		Cu		Ni
		I	II	I	II	I	II	I	II	I
Балтийское море	11	4,4	<u>7.39</u> 0,59	0,7	<u>0.73</u> 0,08	11,0	<u>1.46</u> 0,10	3,2	<u>0.41</u> 0,032	0,3
Рижский залив	6	5,5	<u>37.6</u> 1,21	0,5	<u>2.53</u> 0,15	15,7	<u>3.64</u> 0,14	3,6	<u>0.79</u> 0,031	0,2
Средиземное море	20	5,2	<u>0.6</u> 0,13	0,3	<u>0.05</u> 0,008	9,0	<u>0.31</u> 0,046	1,1	<u>0.04</u> 0,005	1,4
Черное море	66	7,0	<u>1.0</u> 0,05	0,5	<u>0.4</u> 0,015	20,0	<u>3.5</u> 0,25	4,0	<u>0.9</u> 0,03	2,0
Азовское море	6	5,4	<u>47.16</u> 2,76	0,1	<u>6.13</u> 0,34	0,5	<u>1.25</u> 0,065	0,5	<u>0.39</u> 0,016	0,5
Среднее для морских вод <sup>XXX</sup>		6,5	<u>8.82</u> 0,33	1,5	<u>0.25</u> 0,027	20,0	<u>2.97</u> 0,14	2,4	<u>0.24</u> 0,021	1,4
Пресные Среднее для пресных вод <sup>XXX</sup>		670	<u>13664</u> 5,0	7,0	<u>529</u> 0,238	20,0	<u>268.5</u> 0,148	7,0	<u>19.4</u> 0,008	0,3

Воды	Число проб	Ni		Co		Cr		Pb		Cd		Hg
		II	I	II	I	II	I	II	I	II		
Балтийское море	11	<u>0,12</u> 0,012	0,3	<u>0,02</u> 0,002	-	<u>0,03</u> 0,002	-	1,4	<u>0,16</u> 0,013	0,2	<u>0,007</u> 0,006	0,14
Рижский залив	6	<u>0,25</u> 0,010	0,5	<u>0,07</u> 0,003	-	<u>0,01</u> 0,003	-	1,5	<u>0,45</u> 0,014	0,3	<u>0,003</u> 0,001	0,17
Средиземное море	20	<u>0,03</u> 0,005	0,4	-	-	-	-	1,0	<u>0,06</u> 0,01	0,2	-	0,1
Черное море	66	<u>0,3</u> 0,01	0,5	-	-	-	-	3,0	<u>0,03</u> 0,015	1,5	-	-
Азовское море	6	<u>0,17</u> 0,010	0,3	<u>0,07</u> 0,005	-	<u>0,25</u> 0,001	-	3,0	<u>0,09</u> 0,005	1,5	<u>0,009</u> 0,0005	-
Среднее для морских вод	xx	<u>0,08</u> 0,008	0,34	<u>0,02</u> 0,002	-	<u>0,02</u> 0,003	-	1,56	<u>0,16</u> 0,014	0,5	<u>0,019</u> 0,0031	0,34
Пресные Среднее для пресных вод	xxx	<u>18,1</u> 0,009	0,1	<u>5,2</u> 0,0014	1	-	-	3,0	<u>29,63</u> 0,044	-	-	0,07

\* Данные Гольдберга ( Coldberg, 1972 ).

xx При расчете средних содержаний металлов в морских водах данные по Азовскому морю не учитывались.

xxx Данные Гольдберга с соавторами ( Goldberg et al., 1971 ).  
Среднее содержание металлов во взвешях речных вод (мкг/л и %) оценено на основании данных Г.С. Коно-  
валова и др. (1966 г.б) для 16 наиболее крупных рек СССР.

не и внутренним морям, которая соответствует общей геохимической закономерности увеличения влияния терригенного стока пресных вод на химический состав морских водоемов (Виноградов, 1967).

Кроме того, аналогичная тенденция характерна и для крупномасштабного распределения в Мировом океане техногенных примесей, в том числе металлов (Патин, 1971; Патин, Морозов, 1974). Вопрос о роли и значении антропогенного фактора в формировании микроэлементного состава морских вод должен решаться по результатам балансовых оценок с учетом особенностей каждого региона.

Микроэлементы в планктоне. Данные о содержании рассматриваемых металлов в биомассе планктона, приведенные в табл. 2, отражают довольно высокую изменчивость средних концентраций, что, несомненно, связано с разнообразием состава исследованных планктонных сообществ и видовой спецификой накопления отдельных микроэлементов в организмах фито- и зоопланктона. В большинстве случаев в фитопланктоне концентрации металлов выше, чем в зоопланктоне. Кроме того, повышенные концентрации металлов преобладают в планктоне неритических и пресных вод по сравнению с океаническими сообществами пелагиали, что отмечено для поверхностных вод. И, наконец, о сопряженности состава морской воды и биомассы планктона свидетельствует то, что в большинстве случаев наблюдается одна и та же последовательность уменьшения концентраций в ряду  $Fe > Zn > Cu > Mn > Co > Cd$ .

Микроэлементы в рыбах. Характерные уровни содержания металлов в мышцах и скелетных структурах 67 видов промысловых рыб Мирового океана и пресных вод представлены в табл. 3.

Анализ данных, относящихся к таким биологически важным микроэлементам, как  $Fe$ ,  $Mn$  и  $Zn$  свидетельствует о возрастании их концентрации в ряду: океанические < морские и полупроходные < пресноводные рыбы (см. табл. 3), что соответствует аналогичному ряду возрастания средних концентраций этих элементов в воде (см. табл. 1). Иными словами, для промысловых рыб так же, как и для планктона, наблюдается вполне определенная связь между микроэлементным составом организмов и среды их обитания. Сравнение средних содержаний рассматриваемых элементов в мышцах рыб, различающихся по типу питания, показало, что наибольшими концентрациями всех рассмотренных металлов характеризуются обычно планктофаги. В хищных рыбах отмечены относительно повышенные концентрации только ртути.

Общая картина распределения концентраций рассматриваемых металлов в биотических и абиотических компонентах морских экосистем различного типа, включая пелагиаль океана, регион Японского моря (как пример бассейна с хорошим водообменом), регион Азовского моря (как пример бассейна, подверженного значительно влиянию речного стока), показана на рисунке, где для сравнения приведены также данные по компонентам речных экосистем. Прежде всего видна однотипность общего хода кривых, что указы-

Содержание переходных и тяжелых металлов в планктоне океанических, морских и пресных вод  
(в мг/кг сырой массы)

Регион	<i>Fe</i>	<i>Mn</i>	<i>Zn</i>	<i>Cu</i>	<i>Ni</i>	<i>Co</i>	<i>Cr</i>	<i>Pb</i>	<i>Cd</i>
Атлантический океан (южная часть)	<u>7,2</u>	<u>0,31</u>	<u>19,0</u>	<u>5,8</u>	<u>6,05</u>	-	-	<u>1,28</u>	-
	63,6	1,15	44,9	3,5	2,5	-	-	8,85	-
Индийский океан	<u>214,1</u>	<u>1,9</u>	<u>249,0</u>	<u>29,3</u>	<u>2,4</u>	<u>0,5</u>	<u>2,8</u>	<u>14,0</u>	<u>0,28</u>
	137,0	1,8	48,0	13,6	2,7	0,5	2,0	1,4	0,12
Среднее для океанического планктона	<u>110,0</u>	<u>1,1</u>	<u>134,0</u>	<u>17,6</u>	<u>4,2</u>	<u>0,5</u>	<u>2,8</u>	<u>7,6</u>	<u>0,3</u>
	100,0	1,5	47,0	8,6	2,6	0,5	2,0	5,1	0,1
Японское море	55,5	0,9	97,9	5,5	1,8	0,3	1,7	11,6	0,32
Залив Петра Великого	226,2	0,9	110,5	12,1	1,2	0,16	11,6	13,7	0,17
Оз. Хасан	378,0	19,8	48,1	31,5	2,3	0,17	2,25	1,75	0,13

Примечание. В дробях: числитель - фитопланктон; знаменатель - зоопланктон; целые числа - тотальный планктон.



Содержание переходных и тяжелых металлов в промысловой ихтиофауне океанических, морских и пресных вод, мг/кг сырой массы

Рыбы	Число проб	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Co	Cr	Pb	Cd	Hg
Океанические	50	<u>14,4</u>	<u>0,4</u>	<u>14,8</u>	<u>0,9</u>	<u>0,7</u>	<u>0,2</u>	<u>0,3</u>	<u>0,6</u>	<u>0,14</u>	<u>0,07</u>
		30,4	3,7	38,5	2,1	2,1	1,1	4,2	4,8	0,48	0,05
Морские и полупроходные	41	<u>32,1</u>	<u>1,8</u>	<u>37,3</u>	<u>1,2</u>	<u>2,3</u>	<u>0,4</u>	<u>0,9</u>	<u>2,0</u>	<u>0,10</u>	<u>0,14</u>
		121,9	9,6	74,2	2,7	8,1	1,2	4,3	4,4	0,48	-
Пресноводные	24	<u>51,0</u>	<u>2,0</u>	<u>59,8</u>	<u>1,0</u>	<u>1,2</u>	<u>0,2</u>	<u>0,5</u>	<u>0,9</u>	<u>0,10</u>	<u>-</u>
		105,8	12,1	130,4	2,4	3,2	1,2	3,1	5,4	0,46	-

Примечание. В дробях: числитель - мышцы, знаменатель - скелет.

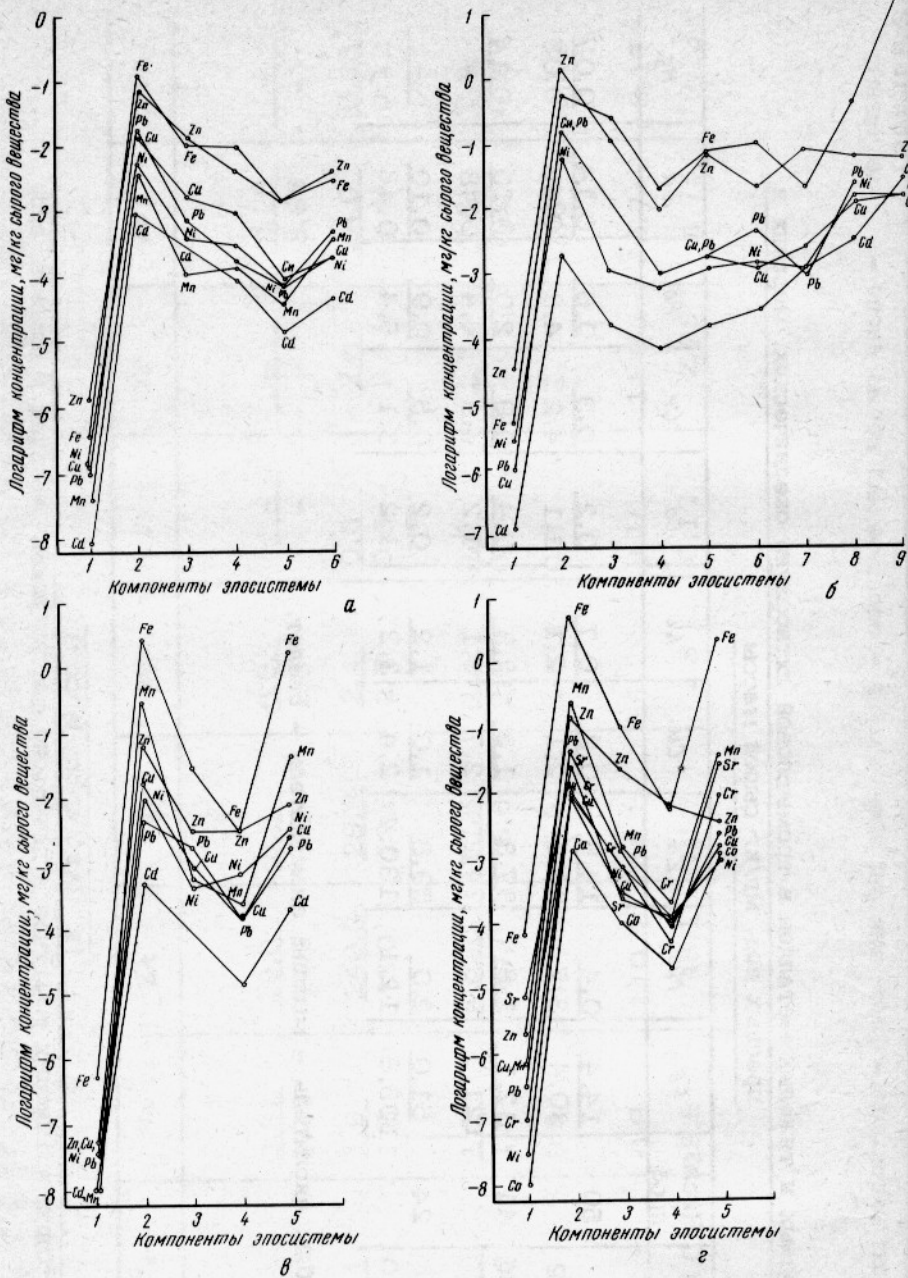


Рис. Распределение средних концентраций металлов по основным компонентам некоторых морских и пресноводных экосистем:

а - пелагиаль океана (компоненты экосистемы: 1 - морская вода; 2 - взвесь; 3 - фитопланктон; 4 - зоопланктон; 5 и 6 - рыба (мышцы и скелет)); б - Японское море (компоненты экосистемы: 1 - морская вода; 2 - взвесь; 3 - тотальный планктон; 4 и 5 - рыба; 6 - фитобентос; 7 и 8 - зообентос; 9 - донные осадки); в - Азовское море; г - речная экосистема (компоненты экосистемы: 1 - вода; 2 - взвесь; 3 - тотальный планктон; 4 - рыбы; 5 - донные отложения)

вает на общность процессов, определяющих распределение микро-элементов в таких различных экосистемах, как пелагиаль океана и реки.

## ВЫВОДЫ

1. Наибольшими коэффициентами накопления микроэлементов во всех водных экосистемах отличается взвешенный материал. Высокая аккумулярующая способность взвеси, несомненно, связана с ее дисперсностью и интенсивной сорбцией на границе раздела с водной средой. На физико-химическую (адсорбционную) природу поглощения металлов в данном случае указывает также то, что во взвешенном материале сохраняются характерные для морской воды соотношения металлов и их последовательность в ряду уменьшения концентраций.

2. Во всех других компонентах экосистем проявляется избирательность накопления микроэлементов, которая, вероятно, обусловлена биологической ролью того или иного элемента.

3. Тенденция железа и марганца к образованию труднорастворимых в морской воде соединений при минерализации органического вещества приводит к значительному концентрированию их в морских донных отложениях. Накопление в осадках других микроэлементов выражено гораздо слабее. Содержание меди в планктоне и в донных отложениях практически одинаково, а содержание цинка в последних даже ниже, чем в планктоне. Это объясняется, вероятно, всего, хорошей растворимостью соединений этих металлов. Такое предположение согласуется с расчетами А.П. Лисицына и В.В. Гордева (1974).

4. Наибольшая вариабельность содержания металлов характерна для донной фауны, где чаще всего присутствуют виды, избирательно концентрирующие отдельные химические элементы. Это может быть связано как с разнообразием химического состава биотопа бентосных популяций, так и с особенностями их образа жизни (наличие малоподвижных и прикрепленных форм), типа питания (фильтрационный механизм) и метаболизма.

5. Коэффициенты накопления металлов во взвешенном веществе и бионтах для всех типов водных экосистем чаще всего уменьшаются при переходе от планктона к рыбе, что было отмечено ранее для некоторых металлов и радионуклидов (Патин, 1973). Исключение составляет ртуть, относительные количества которой по пищевой цепи обычно возрастают.

6. Микроэлементный состав основных экологических групп биотического населения морских регионов отражает в общих чертах содержание и распределение микроэлементов в неживых компонентах экосистем, что согласуется с общей картиной распространенности химических элементов в морской биосфере (Патин, 1973). Среди исследованных металлов доминирует  $Zn$  и  $Fe$  тогда как  $Co$ ,  $Cd$  и  $Hg$  присутствуют в минимальных концентрациях.

## Список использованной литературы

Виноградов А.П. Введение в геохимию океана. М., "Наука", 1967. 193 с.

Коновалов Г.С., Иванова А.А., Колесникова Т.Х. Редкие и рассеянные элементы (микроэлементы) в воде и во взвешенных веществах рек Европейской территории СССР.— "Гидрохимические материалы" Л., 1966а, т.Х, с. 94-111.

Коновалов Г.С., Иванова А.А., Колесникова Т.Х. Микроэлементы в воде и во взвешенных веществах рек Азиатской территории СССР.— "Гидрохимические материалы" Л., 1966б, т.Х, с. 112-123.

Лисицын А.П., Гордеев В.В. О химическом составе взвесей морей и океанов.— "Литология и полезные ископаемые", 1974, №3, с. 38-57.

Морозов Н.П., Тихомирова А.А., Никоненко Е.М. Опыт определения микроэлементного состава морских гидробионтов.— "Труды ВНИРО", 1974, т.100, с. 28-31.

Морозов Н.П., Демина Л.Л. Об опыте применения методов экстракции и атомно-абсорбционной спектрофотометрии при определении тяжелых металлов в морской воде.— "Труды ВНИРО", т.100, 1974, с.25-27.

Морозов Н.П., Патин С.А., Демина Л.Л. Переходные и тяжелые металлы в водах Северной Атлантики.— "Труды ГОИН", 1975, т. 127, с. 77-94.

Некоторые особенности распределения и миграции микроэлементов в экосистеме Азовского моря.— "Геохимия", 1976, №12, с. 1869-1876. Авт.: Н.П. Морозов, С.А. Патин, Л.Л. Демина, А.А. Тихомирова.

Патин С.А. Загрязнение Мирового океана и его биологические ресурсы.— "Рыбное хозяйство", 1971, № 5, с. 5-7.

Патин С.А. К вопросу об универсальной физико-химической закономерности дифференциации нуклидов в экосистеме океана.— В кн. Вопросы морской экологии. Калининград, 1971, с. 45-53.

Патин С.А. Некоторые особенности распространенности металлов в экосистеме пелагиали океана.— "Океанология", 1973, т.13, вып. 2, с. 255-257.

Патин С.А., Морозов Н.П. Некоторые аспекты загрязнения морской среды тяжелыми металлами.— "Труды ВНИРО", т.100, с. 7-12.

Сугавара С. Некоторые микроэлементы в Мировом океане. В кн. Проблемы геохимии, М., 1965, с. 635-647.

Тихомирова А.А., Патин С.А., Морозов Н.П. Совместное концентрирование ртути, свинца и кадмия в морской воде.— "Журнал аналитической химии", 1976, т.31, вып. 2, с. 282-285.

# MAIN FEATURES OF BIOGEOCHEMISTRY OF TRACE ELEMENTS OF SOME METALS IN THE ECOSYSTEMS OF OCEANS AND SEAS.

N. P. MOROZOV, S. A. PATIN, S. A. PETUKHOV

## SUMMARY

Data on the content and distribution of ten metals in the sea water, suspension, bottom sediments, plankton, benthos and fish from various regions of the World Ocean are summarized.

A general interlinking of trace elements in the composition of biotic and abiotic components in marine ecosystems is illustrated. The concentrating capability of metals involved is most distinctly displayed in suspension and plankton. The maximum variability of concentrations is characteristic for benthic species. Regional variations in the content of trace elements in the ecosystem do not eliminate general variations in the concentrations with regard to their distribution in mid-water.

Volchok, H. L., Bowen, V. T., Folsom, T. R., Broecker, W. S., Schuert, E. A., Bien G. Sa. Oceanic distributions of radionuclides from nuclear explosions. In: Radioactivity in the Marine Environment, Nat. Acad. of Sci., 1971, p. 42-89.

УДК (546.36+546.42):551.463.4

## СОВРЕМЕННЫЙ УРОВЕНЬ ГЛОБАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКЕАНИЧЕСКИХ И МОРСКИХ ВОД СТРОНЦИЕМ-90 И ЦЕЗИЕМ-137

*А.А. Петров, С.С. Овчинникова,  
В.Е. Комагуров*

В последнее время число публикаций о радиоактивном загрязнении Мирового океана значительно уменьшилось. Этому способствовало прекращение массовых испытаний ядерного оружия в атмосфере после подписания в 1963 г. Московского договора о запрещении ядерных взрывов в трех средах. Тем не менее интерес к выявлению крупномасштабных процессов перераспределения радиоактивных изотопов в океане и между сушей и морем, несомненно, не утрачен, особенно в период, когда поступление их из атмосферы почти полностью прекратилось.

В предлагаемой работе обобщен материал о концентрации  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в некоторых районах Мирового океана и внутренних водоемов.

Проанализированы пробы поверхностной воды, отобранные в 1971-1974 гг. в некоторых районах Атлантического и Тихого океанов и некоторых морей. Объем проб океанических вод составлял 200-250 л, а для морских - 20-100 л. Концентрирование и радиохимический анализ проводились по известным методикам (Иванова, 1967; Шведов, Патин, 1968).

### Уважаемые читатели!

Редколлегия тома и издательство "Пищевая промышленность" приносят свои извинения за допущенные в томе погрешности. В томе неправильно заверстаны иностранные источники в списках использованной литературы - после *Summary* ; кроме того, они сдвинуты на одну статью: относящиеся к первой статье заверстаны после предисловия, относящиеся ко второй - после первой и так далее. Помимо этого, допущен ряд опечаток.

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
82	Рисунок, на оси ординат подпись к рисунку, 2-я строка снизу	мг/кг сырого вещества ... морская вода.	% сырого вещества вода
78	7-я снизу 5-я снизу	... 2 раза ... к воде...	... в двух повторностях ... в воду...
99	13-я снизу	... в I;7;10...	... в I,7; 10...
III	6 и 7-я снизу	... у плотвы сибирской популяции...	... популяции сибирской плотвы...
II6	23,24,25-я снизу	0 - ширина лба; $i_0$ - длина нижней... $l_{mk}$ - расстояние от... $a_0$ - расстояние между...	$i_0$ - ширина лба; $l_{mk}$ - длина нижней... $a_0$ - расстояние от... $p_1$ - расстояние между...